DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang | 10. Juli 1925 | Heft 28

Hugo von Seeliger.

Von HANS KIENLE, Göttingen.

Als zum 23. September 1924 Schüler und Verehrer HUGO v. SEELIGERS sich vereinigten, um dem Fünfundsiebzigjährigen durch Überreichung einer Festschrift zu huldigen, ahnte wohl kaum einer, daß dies die letzte große Freude sein sollte, die dem Meister beschieden war. Zwei Monate später riß der Tod ihm das Festgeschenk aus der Hand, gleichsam, als habe er ihm nur noch so viel Zeit lassen wollen, um aus dem Buche die Überzeugung zu schöpfen, daß das Werk seines Lebens reiche Früchte getragen hat, daß die junge Generation frisch und mutig weiter arbeitet an dem niemals fertigen Bau der Wissenschaft. Es liegt etwas Versöhnliches in diesem Umstande gegenüber der Tatsache, daß SEELIGER aus dem Leben schied, bevor er die Ruhe genießen konnte, die sonst den Abschluß reicher Tätigkeit bildet.

Einer Familie entsprossen, deren Oberhaupt im Kampf um deutsche Kultur in Österreichisch-Schlesien eine nicht unbedeutende Rolle gespielt hat, vom Vater mit den Voraussetzungen für ein unabhängiges, nur sich selbst verantwortliches Leben ausgestattet, ist SEELIGER in ruhiger Sicherheit seinen Weg gegangen. Er hat wenig empfunden von den äußeren Hemmungen, die sonst so oft der Entfaltung inneren Reichtums hinderlich sind. Kein außergewöhnliches Ereignis hat ihn je aus seiner Bahn gedrängt. Erst Krieg und Zusammenbruch brachten ein tragisches Moment in dieses so reiche und harmonische Leben. Sie trafen den bis dahin noch auf der Höhe seiner Schaffenskraft Stehenden im Innersten und um so stärker, als er all das untergehen sehen mußte, wofür sein Vater ein Menschenalter lang gekämpft hatte.

Der äußere Lebensgang SEELIGERS läßt sich durch einige wenige Daten festlegen. Als er im Jahre 1867 das Gymnasium in Teschen verließ, wandte er sich zum Studium der Astronomie, Mathematik und Physik zunächst nach Heidelberg, dann nach Leipzig. Dort promovierte er 1871 bei BRUHNS mit einer Arbeit über die Theorie der Doppelsternbewegungen. Die Lehrjahre in Leipzig (1871—1873) und Bonn (1873—1878) erfuhren 1874 eine angenehme Unterbrechung, die zugleich Zeugnis ablegt von der Wertschätzung, der sich der erst Fünfundzwanzigjährige bereits erfreute: AUWERS übertrug ihm die Leitung einer der Reichsexpeditionen zur Beobachtung des Venusdurchganges. Da SEELIGER seiner ganzen Veranlagung nach Theoretiker war, gab er den Posten als Observator im Jahre 1878 auf und lebte unabhängig als Privatdozent in Leipzig — er hatte sich kurz vorher in Bonn bereits habilitiert — bis man ihm 1881 HANSENS Erbe in Gotha anvertraute. Dort war seines Bleibens indessen nicht lange; denn bereits im folgenden Jahre entschied sich sein Schicksal, wie wir heute wissen, für das ganze Leben: er wurde als Nachfolger LAMONTS auf den Lehrstuhl für Astronomie und als Direktor der Sternwarte in Bogenhausen nach München berufen. Kein noch so lockender Ruf hat ihn der Wirkungsstätte zu entführen vermocht, die er im Laufe der Jahre zum Zentrum theoretisch-astronomischer Ausbildung gemacht hat. 1883 suchte ihn Prag, 1886 Straßburg zu gewinnen; er lehnte ab. Und selbst 1908, als Wien und Potsdam zugleich den auf der Höhe seines Ruhmes Stehenden lockten, blieb er München treu.

Aus der großen Reihe von Ehrungen, die SEELIGER in seinem Leben zuteil geworden sind, seien nur noch zwei hervorgehoben, weil sie am besten für das Vertrauen sprechen, das man ihm von allen Seiten entgegenbrachte. Schon 1883 wurde er in den Vorstand der Astronomischen Gesellschaft gewählt und verwaltete darin bis 1896 das verantwortungsvolle Amt eines Schriftführers. Als dann im Jahre 1896 der damalige erste Vorsitzende, GYLDÉN, starb, übertrug man SEELIGER den Vorsitz.

Sein Name ist damit für immer verbunden mit einer der glanzvollsten Epochen der A. G. Wie die Gesellschaft damals selbst noch wahrhaft weltumspannend, international im besten Sinne war, so verknüpften ihren Vorsitzenden persönliche Bande mit den führenden Astronomen aller Länder, die gerne auf ihren Reisen die Pflegestätte theoretischer Astronomie berührten und ihre eigenen Schüler zur Vervollkommnung ihrer Ausbildung dahin schickten. Erst in den Jahren des Krieges, als SEELIGERS Körperkräfte nachzulassen begannen und er sich nicht mehr den Anstrengungen größerer Reisen aussetzen mochte, fing die Ausübung dieses Amtes an, ihm beschwerlich zu werden. So gab er der Potsdamer Versammlung 1921 das durch 25 Jahre in treuer Pflichterfüllung ausgeübte Amt zurück.

Im Jahre 1919 wählte die Münchener Akademie der Wissenschaften den schon jenseits der Grenze des Greisenalters Stehenden noch zu ihrem Präsidenten und legte ihm damit eine nicht leichte Bürde auf. Heute, wo man rückschauend jene Jahre überblickt, wo man weiß, daß damals schon das Herzleiden, das schließlich seinen Tod herbeiführte, nach außen hin ängstlich vor jedermann verhehlt, ihn zur größten Vorsicht zwang und ihm den Schlaf der Nächte raubte, kann man erst so recht das Opfer würdigen, das SEELIGER mit der Übernahme dieses Postens brachte. Erst 1924, im fünfundsiebzigsten Jahre seines Lebens, als jede Unbilde der Witterung ihn ans Zimmer fes-

selte, legte er auch dieses Amt nieder. Den Lehrstuhl an der Universität und das Direktorat der Sternwarte hat ihm der Tod (am 2. Dezember 1924) entrissen in dem Augenblick, da er alles vorbereitet hatte, um einem Jüngeren die Nachfolge zu überlassen.

Dies in großen Zügen das äußere Leben! Wie aber ist SEELIGER innerlich geworden? Er war zum Theoretiker geboren, und es ist kein Zufall, daß er, obschon mit einer astronomischen Arbeit bei BRUHNS promoviert, als seinen eigentlichen Lehrer den Mathematiker CARL NEUMANN bezeichnete. Dieser hat offenbar den größten Einfluß auf den angehenden Gelehrten ausgeübt. Die Spuren davon lassen sich leicht in SEELIGERS Arbeiten nachweisen: seine eigenen Gedanken über das Newtonsche Gravitationsgesetz und das Inertialsystem wurzeln in denen des verehrten Lehrers. Und noch in seiner letzten Untersuchung über das Sternsystem stützt er sich bei der Diskussion der Integralgleichungen der Stellarstatistik auf die von NEUMANN ausgearbeiteten Methoden der Integration.

Neben diesem großen Lebenden, dem SEELIGER bis zuletzt dankbare Anhänglichkeit bewahrte, steht der noch größere Tote, an dessen Unfehlbarkeit zu rühren ihm beinahe als Sacrilegium galt: GAUSS. Unter seinem Einfluß stehen deutlich die ersten eigenen Versuche, einige Aufsätze zur Himmelsmechanik. Um die Größe der Verehrung zu kennzeichnen, die SEELIGER für GAUSS besessen hat, möge hier eine Äußerung wiedergegeben werden, die in einer Vorlesung über Himmelsmechanik fiel. Es handelte sich um ein bis heute nicht gelöstes Problem in der Gaußschen Theorie der Säkularstörungen. SEELIGER sagte: „Es besteht kein Zweifel darüber, daß GAUSS sich mit der Frage beschäftigt hat. Da *ihm* die Lösung nicht gelungen ist, hat es gar keinen Zweck, weitere Versuche zu machen." Nur *einen* Makel sah er ungern an dem sonst so hehren Bild: die bekannte Ausmessung des Dreiecks Inselsberg-Brocken-Hoher Hagen als Versuch zu einer Prüfung der euklidischen oder nichteuklidischen Struktur des Raumes. Hier ging die Abneigung gegen die nichteuklidischen Räume weiter als die Verehrung für den „größten Mathematiker aller Zeiten und Völker*)".

Sonst ist kaum ein Name anzuführen, dessen Träger nachhaltigen Einfluß auf die geistige Entwicklung des Studenten und jungen Gelehrten ausgeübt hätte, wenn man sich auf die wissenschaftliche Seite seines Lebens beschränkt. Er war so sehr von Anfang an ein Eigener, gewohnt, sich selbst seine Aufgaben zu stellen, daß es in späteren Jahren sogar auf manchen, der ihn nicht näher kannte und der an seine etwas schroffe Art bei der Diskussion nicht gewohnt war, den Eindruck machte, als ließe er überhaupt nur das als Problem gelten, was er als solches erkannt hatte.

Wenn SEELIGER auch in erster Linie als theoretischer Astronom zu bezeichnen ist, so darf man dabei doch nicht vergessen, daß er sowohl selbst praktisch tätig gewesen ist, als auch vor allem stets den Beobachtungsmethoden die größte Aufmerksamkeit gewidmet hat[1]). Er hat in Bonn an den Meridiankreisbeobachtungen für die A.G.-Zone teilgenommen, hat, wie schon erwähnt, eine Venusexpedition mit Umsicht und Geschick geleitet, und hat auch in München noch in den ersten Jahren am großen Refraktor Beobachtungen angestellt. Eine Reihe von Veröffentlichungen sind speziell der Kritik der Beobachtungsgrundlagen für die Theorien gewidmet, und ein aufmerksamer Leser wird da und dort in SEELIGERS Arbeiten Bemerkungen eingestreut finden, welche Zeugnis davon ablegen, daß er keineswegs ein wirklichkeitsfremder Theoretiker war.

Schon eine oberflächliche Betrachtung des Verzeichnisses der Veröffentlichungen SEELIGERS enthüllt eine weitere Eigenart, die seine beherrschende Stellung in der Astronomie mitbegründet hat. Es ist die Vielseitigkeit seines Schaffens, die schon sehr früh zutage tritt. Zu keiner Zeit seines Lebens ist SEELIGER einseitig nur von einem einzigen Problem erfüllt gewesen. In der Himmelsmechanik hat er sein erstes eigenes Problem gefunden, das mehrfache Sternsystem ζ Cancri. Die erste Abhandlung darüber wurde 1881 veröffentlicht, die letzte Bearbeitung hat SCHNAUDER 1921 als Dissertation geliefert. In die gleiche Zeit zurück reichen die photometrischen Untersuchungen, deren letzte aus dem Jahre 1908 stammt, wo SEELIGER noch einige Korrektionen zu seiner Theorie des Saturns gegeben hat. Parallel damit geht, was man gemeinhin als SEELIGERS ganz spezielles Arbeitsgebiet anzusehen pflegt: der Versuch, eine auf exakten Grundlagen fußende Vorstellung von dem Bau des Sternsystems zu gewinnen. Dieses Problem muß sich ihm schon frühzeitig als solches aufgedrängt haben; denn obschon die erste Abhandlung über die räumliche Verteilung der Sterne erst im Jahre 1898 veröffentlicht wurde, reichen die vorbereitenden Untersuchungen dazu in die ersten Münchener Tage zurück. Es sind die Abzählungen der in den beiden Bonner Durchmusterungen enthaltenen Sterne, deren erste in den Sitzungsberichten der Akademie vom Jahre 1884 erschien und in denen man die Grundlage für alles weitere zu erblicken hat. Wahrscheinlichkeitsrechnung und Theorie der Beobachtungsfehler erfüllen zeitlich zwar nur die erste Hälfte der Veröffentlichungen; in seinen Vorlesungen aber hat SEELIGER gerade dieses Gebiet immer wieder mit Vorliebe behandelt. Seine geistreichen Ausführungen über die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, der Methode der kleinsten Quadrate

*) *Anmerkung:* Herr GALLE teilt mir mit, daß sich aus GAUSS' Werken kein Beleg erbringen lasse, daß GAUSS wirklich diese Absicht gehabt habe. Da SEELIGER in ganz bestimmter Form davon sprach und der Glaube auch sonst verbreiteit scheint, wäre es nicht uninteressant zu erfahren, wie diese „Legende" entstanden ist.

[1]) Ein vollständiges Literaturverzeichnis siehe Vierteljahrsschrift der Astr. Ges. **25**, Heft 1.

und der Kollektivmaßlehre gehören zu meinen besten Erinnerungen an akademische Vorlesungen. Als Letztes seien schließlich noch die Arbeiten zur Theorie der neuen Sterne erwähnt, die sich über einen Zeitraum von mehr als zwanzig Jahren erstrecken (1886 bis 1909).

Im Gegensatze zu der Vielseitigkeit, die in dieser Parallelität der Behandlung der verschiedensten Probleme deutlich zum Ausdruck kommt, ist der äußere Umfang der Veröffentlichungen SEELIGERS nur klein. Wie er in seinen Vorlesungen sich auf das Wesentliche zu beschränken pflegte und all das, was in den üblichen Lehrbüchern steht, nur knapp behandelte, so brachte er auch in seinen Veröffentlichungen nur, was ihm als neu erschien. Orientierende Überblicke über die Geschichte eines Problems sind, wenn überhaupt vorhanden, nur kurz und heben hauptsächlich die Unzulänglichkeiten der bisherigen Behandlungsweise hervor. Und wie man sich stets erst an seine Art zu sprechen gewöhnen mußte, um zur richtigen Würdigung des Vorgetragenen zu gelangen, so ist auch die Lektüre seiner gedruckten Arbeiten kein unbedingter Genuß, sondern oft gerade wegen ihrer Knappheit ein hartes Stück Arbeit.

Fügen wir, um das Bild abzurunden, noch eine allgemeine Charakteristik der wissenschaftlichen Eigenart SEELIGERS hinzu, wie sie sich bereits in den ersten Aufsätzen des jungen Gelehrten zu erkennen gibt, so läßt sich diese auf die Formel bringen: spielende Beherrschung der mathematischen Hilfsmittel, die dem weniger damit vertrauten Leser vor allem in den späteren Arbeiten durch die bekannten Wendungen „wie man leicht sieht" oder „nach einigen leichten Reduktionen" das Verständnis nicht leicht macht; Blick für das Wesentliche eines Problems und Schärfe der Analyse, die ihn davor bewahrten, sich in Sackgassen zu verlieren; nicht zuletzt aber auch eine Unerbittlichkeit der Kritik, die, mißverstanden, ihm im Laufe seines Lebens manchen Feind geschaffen hat.

Die Himmelsmechanik war zu der Zeit, da SEELIGER seine Laufbahn begann, auf einem toten Punkt angelangt. So sind denn seine ersten eigenen Versuche eigentlich nur kleine Ergänzungen des fertig erscheinenden Gebäudes. Weitgehende Beachtung fanden die Ausführungen zur Gaußschen Theorie der Säkularstörungen, für die SEELIGER zeitlebens eine große Zuneigung behielt und die er mit besonderer Liebe in seiner Vorlesung zu behandeln pflegte. Der neuen Zeit ihre großen Probleme auf diesem Gebiete aufzuweisen war indessen anderen beschieden. SEELIGERS Einstellung war und blieb „klassisch". Er stand den neueren Untersuchungen über die periodischen Lösungen stets skeptisch gegenüber. Er war nicht ausschließlich genug Mathematiker, um sich mit der Freude an der analytisch-formalen Lösung zu begnügen; und er war als Astronom zu sehr hinwiederum Mathematiker, um mit Leichtigkeit über Unexaktheiten hinwegzugehen. Was er in seiner Kritik der Maxwellschen Untersuchungen über die Stabilität des Saturnringes über die Unzulässigkeit der Vernachlässigung kleiner Glieder *vor* der Integration einer Differentialgleichung sagt, pflegte er an Hand des dort benutzten Beispiels (S. 174/175) auch der Besprechung der Theorie der periodischen Lösungen — namentlich in bezug auf den zweiten Band der Himmelsmechanik von CHARLIER — vorauszuschicken. In meiner Nachschrift des Kollegs aus dem Wintersemester 18/19 findet sich darüber die Bemerkung: „Die ganze Theorie der periodischen Lösungen in der Umgebung der Librationspunkte ist bisher nur unter der Voraussetzung der Vernachlässigung der Glieder höherer Ordnung in den Differentialgleichungen des Problems entwickelt worden. Ich bin daher der Ansicht, daß sie im Grunde nicht richtig ist, werde sie Ihnen aber trotzdem auseinandersetzen."

Es würde zu weit führen, wollten wir hier auf alle Arbeiten einzeln eingehen, die das Literaturverzeichnis unter der Rubrik „Himmelsmechanik" aufweist. Es möge genügen, hier zwei Probleme herauszugreifen, die SEELIGER fast von Anfang an beschäftigt haben und um die sich manche Debatte entsponnen hat. Das eine wurde oben schon erwähnt: das mehrfache Sternsystem ζ Cancri. Das andere greift über das eigentliche Gebiet der Astronomie hinaus und ist eng verknüpft mit unseren philosophischen Grundanschauungen: Wesen und Gültigkeit des Newtonschen Gravitationsgesetzes.

ζ Cancri erscheint visuell als dreifaches System: ein enges Paar (AB) im gegenseitigen Abstande von 0″.6 bis 1″.1 und mit einer Umlaufszeit von etwa 60 Jahren wird von einer Komponente C in 5″.5 Abstand in etwa 700 Jahren umkreist. In der Bewegung von C zeigt sich eine periodische Schwankung von etwa achtzehnjähriger Periode, die schon O. STRUVE auf eine dunkle Komponente D zurückgeführt hatte.

In zwei großen Abhandlungen (1881 und 1888) entwickelte SEELIGER die Theorie der Bewegung der Komponente C unter der Voraussetzung, daß eine vierte unsichtbare Komponente die periodischen Schwankungen hervorrufe. Diese Auffassung blieb in der Folge nicht unwidersprochen und SEELIGER mußte sie vor allem gegen die Angriffe BURNHAMS verteidigen, der die ganzen Schwankungen auf systematische Beobachtungsfehler zurückführen wollte. Heute können wir mit Bestimmtheit sagen, daß SEELIGERS Erklärung zu Recht besteht.

Was an seiner Lösung zunächst auffällig erscheinen mußte, war die große Masse, die sich für die unsichtbare Komponente ergab. Denn die Bahn des inneren Paares AB ließ sich scheinbar vollkommen durch eine ungestörte Keplerellipse darstellen. Indessen konnte SEELIGER selbst bereits zeigen, daß die große Masse des äußeren Paares CD in Wahrheit ganz erhebliche Störungen der Bahn des inneren Paares hervorruft, daß aber diese Störungen so geartet sind, daß die gestörten Örter innerhalb der Beobachtungsgenauigkeit im-

mer noch auf einer Ellipse liegen. Diese interessanten Verhältnisse waren ergänzend noch Gegenstand zweier Dissertationen. ZAPP untersuchte allgemein analytisch die Bewegungsverhältnisse in vierfachen Sternsystemen und fand SEELIGERS Schlußfolgerungen bestätigt. BURMEISTER rechnete numerisch ein dem Falle ζ Cancri nachgebildetes Beispiel durch und kam zu dem Ergebnis, daß selbst nach zwei vollen Umläufen des inneren Paares die scheinbaren Abweichungen von einer Ellipse unter dem Einfluß der Störungen durch die doppelt so große Masse eines äußeren umlaufenden Körpers für die Beobachtungen noch kaum erkennbar sind.

Den letzten und wohl nun endgültigen Nachweis der Richtigkeit der Auffassung SEELIGERS von ζ Caneri konnte SCHNAUDER erbringen, der das gesamte Beobachtungsmaterial von 1830 bis 1913 verwertete. SEELIGER hatte seine Theorie nur auf drei Umläufe (von je 18 Jahren) der hypothetischen Masse stützen können. Inzwischen mußten zwei weitere Umläufe erfolgt sein, die SCHNAUDER in der Tat aus den Beobachtungen nachweisen konnte und mit SEELIGERS Theorie im Einklang stehend fand. Ergänzt durch die genannten Arbeiten von Schülern, ist in ζ Cancri von SEELIGER eines der interessantesten speziellen Kapitel der Himmelsmechanik behandelt worden, das gerade im Rahmen der neueren Untersuchungen über die möglichen Bewegungsformen im Drei- und Vierkörperproblem an Bedeutung nur gewinnen kann.

Dem Newtonschen Gravitationsgesetz hat SEELIGER nie etwa eine aprioristische Gültigkeit zuerkannt. Er erwog mehrfach die Möglichkeit, ja sogar Notwendigkeit einer formalen Abänderung, um den Schwierigkeiten zu entgehen, welche der Exponent 2 (Abnahme mit dem Quadrat der Entfernung) bedingt, wenn man zu unendlich ausgedehnten Räumen mit durchschnittlich endlicher Massendichte übergeht. Auf seine Veranlassung wurde seinerzeit von der Münchener philosophischen Fakultät die Preisaufgabe gestellt: es soll in den bisher unerklärten Abweichungen der beobachteten Mondbewegung von der theoretischen nach dem Einfluß einer etwaigen Abschattung der Gravitationswirkung der Sonne auf den Mond bei Mondfinsternissen gesucht werden. BOTTLINGER, dessen Arbeit der Preis zuerkannt wurde, glaubte Anzeichen einer solchen Wirkung gefunden zu haben; ein wirklicher Nachweis konnte indessen nicht erbracht werden. SEELIGER ist später nie mehr darauf zurückgekommen und hat sich in Gesprächen dahin geäußert, daß er an eine solche Wirkung nicht glaube.

Abgesehen von diesen allgemeinen Erörterungen, die in engerem Zusammenhang stehen mit SEELIGERS Stellungnahme zu dem wichtigen Problem „Raum und Zeit", lassen alle übrigen Arbeiten erkennen, wie unbedingt überzeugt er war von der *praktischen* Gültigkeit des Newtonschen Anziehungsgesetzes. ζ Cancri ist bereits ein Beleg dafür: wo immer Abweichungen auftreten, sind sie nur scheinbar, und man muß nach unbekannten Massen suchen, deren Störungen diese Abweichungen bedingen. Die Zurückführung der sog. „empirischen Glieder" in der Bewegung der vier inneren Planeten auf die Wirkung der Zodiakallichtwolke und damit zusammenhängend die scharfe Ablehnung der relativistischen Erklärung für die Bewegung des Merkurperihels bestätigen das noch deutlicher.

Immer wieder geht SEELIGER in seinen Arbeiten auf die Grundlagen zurück, wirft er die Prinzipienfrage auf; wie in der Himmelsmechanik, so auch in der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Fehlertheorie. Wer etwa erwartete, in einer Vorlesung bei SEELIGER zu lernen, wie man praktisch eine Ausgleichung mit mehreren Unbekannten anlegt, wie man die Koeffizienten der Normalgleichungen am zweckmäßigsten berechnet und kontrolliert, der mochte leicht enttäuscht werden. Das Hauptgewicht lag auf der Begründung der Methode der kleinsten Quadrate und es wurde vor allem die Frage diskutiert, inwieweit das arithmetische Mittel als wahrscheinlichster Wert betrachtet werden kann. Mehrere Aufsätze sind den Kriterien gewidmet, die für die Beurteilung der Güte einer Ausgleichung maßgebend sind. Und nie wurde SEELIGER müde, darauf hinzuweisen, welch große Bedeutung den systematischen Beobachtungsfehlern zukommt. Recht bezeichnend für seinen Standpunkt ist auch hier eine Äußerung in der Vorlesung. Gewöhnlich wird der mittlere Fehler des Mittels aus n Beobachtung ganz mechanisch nach den geltenden Regeln gebildet durch Division des mittleren Fehlers *einer* Beobachtung durch $\sqrt{n}$, und es werden dadurch sehr oft Zahlen erhalten, deren Kleinheit irreführend ist, weil sie in keinem Verhältnis steht zu den systematischen Fehlern, mit denen die Beobachtungen nachweisbar behaftet sein können. SEELIGER sagte darüber: „Wäre ein solches Verfahren zulässig, dann müßte man durch genügende Anhäufung von Beobachtungen mit einem Wagenrad schließlich genau so gute Sternörter gewinnen können, wie mit einem modernen Meridiankreis.

Einen weiten Bereich umspannen die Arbeiten zur Photometrie und physiologischen Optik. Auf ZÖLLNER und LAMBERT aufbauend, gab SEELIGER der Theorie der Beleuchtung der Planeten jene Form, über die wir bis heute noch nicht hinaus gekommen sind, und die zum Teil als endgültig angesehen werden kann. Es gilt dies insbesondere von dem Ring des Saturn, bei dem sich überdies Himmelsmechanik und Photometrie insofern berühren, als SEELIGER die Bestätigung seiner Beleuchtungstheorie zugleich als den einzig eindeutigen Beweis für die meteoritische Natur des Ringes ansah. Zwar hatte KEELER auf spektroskopischem Wege gezeigt, daß die Umlaufsgeschwindigkeit des Ringes nach außen hin abnehme. Damit war aber nur der Nachweis geliefert, daß der Ring nicht als einheitliches Ganzes rotiere. Ob es sich um einzelne homogene Ringe oder, nach MAXWELLS Auffassung, um eine richtige „Staubwolke" handle, dar-

über konnten KEELERS Messungen prinzipiell nicht entscheiden. Dagegen kann heute, wo die lichtelektrischen Messungen GUTHNICKS gerade in der kritischen Zeit, nämlich bei der Opposition und bei geringer Ringöffnung, auch die letzten Feinheiten der Beleuchtungstheorie SEELIGERS bestätigt haben, kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß die Voraussetzungen dieser Theorie richtig sind: der Saturnring besteht aus einzelnen Teilchen, die von der Sonne beleuchtet werden und sich gegenseitig teils verdecken, teils beschatten.

Mit dem Saturnring hat SEELIGER einen Spezialfall dessen behandelt, was er als „kosmische Staubwolke" zu bezeichnen pflegte. Er wollte darunter nichts anderes verstanden wissen als eine Ansammlung von Körpern, deren Dimensionen klein sind gegenüber ihren gegenseitigen Abständen. So umfaßt dieser Begriff scheinbar sehr heterogene Gebilde. Aus „kosmischem Staub" bestehen Zodiakallicht und Saturnring, deren einzelne Bestandteile Staubkörner im eigentlichen Sinne, aber auch faustgroße Splitter oder meterdicke Blöcke sein können. Kosmische Staubwolken sind nach SEELIGER die dunklen Nebel im Weltenraum, in denen er die einzige Ursache interstellarer Absorption des Lichtes und die Wiege der neuen Sterne sah, und für deren künftiges Studium nach den schönen photographisch-photometrischen Ansätzen HUBBLES vielleicht gerade seine theoretischen Überlegungen über die Beleuchtung solcher Massen durch benachbarte Sterne erhöhte Bedeutung gewinnen werden. In gewisser Hinsicht können auch die Sternhaufen, ja das ganze Sternsystem als Staubwolken betrachtet werden, und in diesem Sinne hat ZAPP sie in einer nachgelassenen, leider fragmentarisch gebliebenen und nicht veröffentlichten Arbeit behandelt.

Auch hier tritt ein Wesenszug SEELIGERS deutlich in die Erscheinung: das Streben nach einer einheitlichen Weltauffassung, einer Zurückführung möglichst vieler Beobachtungstatsachen auf möglichst wenig Grundgesetze. Die Erklärung der Perihelbewegung des Merkur durch die Gravitationswirkung des Zodiakallichtes und des Aufleuchtens der Novae infolge des Eindringens in eine kosmische Staubwolke sind für ihn daher keineswegs ad hoc aufgestellte Hypothesen, sondern durchaus selbstverständliche Schlußfolgerungen aus seinem allgemeinem Glauben, zu dem wir heute immer mehr auch geführt werden, daß „kosmischer Staub" im Aufbau des Sternsystems und im Leben der Sterne eine wesentliche Rolle spielt.

In einer Besprechung zweier Arbeiten über die scheinbare Vergrößerung des Erdschattens bei Mondfinsternissen in der Vierteljahrsschr. d. Astr. Ges. vom Jahre 1882 gab SEELIGER seiner Ansicht Ausdruck, daß es sich bei dieser viel diskutierten Erscheinung lediglich um ein physiologisch-optisches Phänomen handle. Zugleich entwickelte er anhangsweise in großen Zügen die entsprechende Theorie. Ausführlich und erschöpfend behandelte er den Gegenstand dann im Jahre 1896 und konnte sich dabei zum Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie auf Laboratoriumsversuche stützen, die er inzwischen gemeinsam mit MYERS, OERTEL, SCHWARZSCHILD und VILLIGER angestellt hatte. Mit Hilfe rotierender Scheiben bestimmter geometrischer Helligkeitsverteilung waren diejenigen Phänomene nachgeahmt worden, welche nach SEELIGERS Anschauung beim Schattenwurf eines Planeten in Betracht kommen. Die subjektive Ausmessung der beobachteten Schattengrenzen hatte bei allen Beobachtern übereinstimmend die von der Theorie geforderte scheinbare Vergrößerung ergeben. Außer den Dissertationen von BUCHHOLZ und PRITCHETT, welche die von dem Lehrer in der genannten Abhandlung gleichzeitig entwickelte Theorie der Verfinsterung der Saturnstrabanten zum Gegenstand haben, sind in diesem Zusammenhange vor allem die Arbeiten KÜHLS hervorzuheben. Er hat von seiner Dissertation ab mit großem Erfolg seine „Kontrasttheorie" auf einen immer größeren Bereich astronomischer Beobachtungen anwenden können. Und wenn es ihm schließlich gelungen ist, auch die rätselhaften „Marskanäle" auf physiologisch-optische Erscheinungen zurückzuführen, so hat sich darüber gewiß niemand mehr gefreut als SEELIGER. Denn diese Erklärung ist eine folgerichtige und fast zwangläufige Weiterentwicklung seiner eigenen Gedanken.

Die Arbeiten über die neuen Sterne zu besprechen, ist eine nicht ganz leichte Aufgabe in einem Augenblick, wo unsere Ansichten über die physikalische Natur der Fixsterne im allgemeinen, der veränderlichen und neuen Sterne im besonderen, sich stark umzubilden scheinen. Mehr denn je drängen wir nach einer einheitlichen physikalischen Auffassung, mit mehr Optimismus als vielleicht noch vor zwanzig oder zehn Jahren suchen wir nach dem Faden, der die einzelnen Stadien der Sternentwicklung verbindet. Viele neigen heute dazu, SEELIGERS Theorie der neuen Sterne als der Vergangenheit angehörig zu betrachten. Und sie haben vielleicht Recht gegenüber Teilen der Theorie in der von ihrem Schöpfer dargestellten Form. Es hat aber immer mehr den Anschein, als ob SEELIGER in genialem Weitblick doch mit der Verbindung der neuen Sterne und der kosmischen Staubwolken den wahren Kern des Problems erfaßt habe. Irrig vielleicht seine Ansicht, daß es sich um das relativ seltene zufällige Eindringen eines erloschenen oder schwach leuchtenden Weltkörpers in eine dunkle Staubwolke handle; richtig aber offenbar die Schaffung eines örtlichen und kausalen Zusammenhangs zwischen Stern und Wolke (wenn man will „Nebel"). In dem ersten Aufsatz „Über den neuen Stern im Andromedanebel" (1886) geht SEELIGER auf die Theorie der wahren Natur der Novae noch nicht ein. Er versucht lediglich das Abklingen der Helligkeit als Abkühlungserscheinung zu erklären. Erst gelegentlich der Nova Aurigae setzte er sich näher mit den Ursachen des Aufleuchtens auseinander und entwickelte seine

bekannte Theorie, indem er das in Tagen und Monaten sich abspielende Ereignis einer Nova durch entsprechende Transformationen der Größenverhältnisse vergleichbar machte mit dem nur sekundenlangen Aufleuchten eines in die Erdatmosphäre eindringenden Meteors.

Die Annahme, daß der die Nova umgebende dunkle Nebel durch das bei der Katastrophe allseitig ausgesandte Licht uns schrittweise sichtbar gemacht wird, lieferte außerdem die einfachste Erklärung für die an den Nebeln um die Nova Persei (1902) beobachteten scheinbaren Bewegungen. Diese Erklärung wurde zwar gleichzeitig auch von anderen gegeben; bei SEELIGER aber lag sie schon längst fertig vor, war eine notwendige Schlußfolgerung aus seiner Theorie der Neuen Sterne. Er widmete ihr noch zwei ausführliche Aufsätze im Astrophysical Journal, in denen er vor allem den Nachweis führte, daß es prinzipiell unmöglich ist, ohne Voraussetzungen über die Struktur des Nebels die Parallaxe der Nova aus den beobachteten scheinbaren Nebelbewegungen zu berechnen. Umgekehrt könne man, wenn man die Entfernung der Nova als bekannt voraussetze, die Struktur der Nebel erschließen aus der eben genannten Beleuchtungstheorie.

Auf diese Anregung hin entstand offenbar eine Untersuchung KOPFFS, die durchaus als Stütze der Theorie angesehen werden kann. Hierher gehört auch noch die Dissertation SILBERNAGELS, der die Bewegung eines Körpers innerhalb einer nicht homogenen Staubmasse untersuchte. SEELIGER selbst beschäftigte sich noch einmal im Jahre 1909 mit den Vorgängen, die sich beim Eindringen eines Weltkörpers in eine kosmische Staubwolke abspielen. So ist ein zusammenhängender Komplex von Untersuchungen entstanden, der auch losgelöst von dem besonderen Problem seine Bedeutung behalten wird.

Wir kommen zum letzten Kapitel der Lebensarbeit SEELIGERS. Baut er in einem Teil der bisher besprochenen Arbeiten auf denen anderer auf — obwohl auch dann schöpferisch und originell in der Problemstellung — so gebührt ihm ungeschmälert der Ruhm, die erste wohlbegründete Vorstellung von der räumlichen Verteilung der Sterne gegeben zu haben. Denn was HERSCHEL, STRUVE u. a. vor ihm in dieser Richtung unternommen haben, waren nur unvollkommene, tastende Versuche. In mühevoller Vorarbeit schuf er sich aus dem einzigen seinerzeit zur Verfügung stehenden Material der beiden Bonner Durchmusterungen die nötigen empirischen Unterlagen, um dann in der ersten großen Abhandlung vom Jahre 1898 aus den gefundenen Gesetzmäßigkeiten der scheinbaren Verteilung der Sterne die der räumlichen Verteilung zu erschließen. Er entwickelte die Integralgleichungen der Stellarstatistik zunächst unter Vernachlässigung einer etwaigen interstellaren Absorption des Lichtes und gab zum Schluß — einer der wenigen Fälle, in denen SEELIGER über das Formale und Tabellarische hinaus zur bildlichen Darstellung greift, — eine skizzenhafte Charakterisierung des Verlaufes der Flächen gleicher Dichte in dem als endlich begrenzt gefundenen Sternsystem. Im übrigen nahm er bereits in dieser ersten Abhandlung Stellung zur Frage der Absorption, deren Einfluß er dann in der zweiten großen Arbeit aus dem Jahre 1909 in voller Allgemeinheit in den Formeln berücksichtigte.

Der wesentliche Inhalt dieser ersten Abhandlung läßt sich dahin zusammenfassen: durch Kombination zweier, die wahre Verteilung der Sterne im Raume bestimmender Funktionen, der räumlichen Dichteverteilung und der Verteilungsfunktion der absoluten Leuchtkräfte, ist es möglich, das empirische Material an Sternzählungen vollkommen darzustellen; und umgekehrt: durch Einsetzen der empirischen Sternzahlen in die von SEELIGER aufgestellten Integralgleichungen können die beiden unbekannten Funktionen ermittelt werden. Die Milchstraße ist die große Symmetrieebene, zu deren beiden Seiten die Sterne sich nahe gleichförmig verteilen, und in deren Längsrichtung das Sternsystem sicht mehr als doppel so weit erstreckt als senkrecht dazu.

Die praktisch endliche Begrenzung des Systems schloß SEELIGER aus der sprunghaften Änderung der zweiten Differentialquotienten der Logarithmen der Sternzahlen von einer bestimmten Größenklasse an. Um diese Begrenztheit des Sternsystems, die er als einzig mögliche Erklärung für die genannte Unstetigkeit ansah, hat sich später mancher Streit erhoben. SCHWARZSCHILD hatte, aus rein praktisch-rechnerischen Gründen, SEELIGERS vier Integralgleichungen unter Spezialisierung auf ein unendlich ausgedehntes Sternsystem auf deren zwei reduziert, die dann allgemein bei ähnlichen Untersuchungen — insbesondere von KAPTEYN — zugrunde gelegt wurden. Dabei war er selbst sich wohl stets darüber klar, daß er nichts weiter gegeben habe als Interpolationsformeln, die dem damaligen Stande der Genauigkeit der Kenntnis der Sternzahlen angemessen waren. KAPTEYN hat in seiner letzten Arbeit stillschweigend von dem „typischen Sternsystem" SEELIGERS Gebrauch gemacht, indem er die ellipsoidischen Flächen gleicher Sterndichte durch eine äußerste solche bei endlicher Dichte abschloß in einer Entfernung, welche ungefähr der von SEELIGER abgeleiteten Grenze des Systems entspricht.

Es ist hier nicht der Raum, um eine ausführliche Darstellung der stellarastronomischen Arbeiten SEELIGERS zu geben. Dagegen dürfte es nicht ganz unangebracht sein, die Gründe zu erörtern, die offenbar schuld daran sind, daß diese Arbeiten heute beinahe in Vergessenheit geraten zu sein scheinen. Eine gewisse Freude am rein mathematisch-Formalen läßt sich bei SEELIGER nicht verkennen. Das erleichtert jedenfalls nicht die Lektüre der Arbeiten, die zudem an schwer zugänglicher Stelle erschienen sind. Das eingeschlagene schrittweise Näherungsverfahren ist umständlich und wenig durchsichtig und fordert nicht

zu unmittelbarer Nachahmung auf. Wichtiger aber als diese äußeren Gründe dürften gewisse innere sein. SEELIGER war kein kraftvoller Organisator, der es, wie KAPTEYN, verstanden hätte, sich das für seine Untersuchungen notwendige empirische Material durch die Mitwirkung der Sternwarten fast der ganzen Welt zu beschaffen. Zwar hat er zu einer Zeit, als noch keine über die Bonner Durchmusterungen hinausgehenden Sternzahlen vorlagen, einen kleinen, für Abzählungszwecke bestimmten photographischen Doppelrefraktor für die Münchener Sternwarte erworben. Aber die den Plattenschrank füllenden zweitausend Aufnahmen sind nie ausgewertet worden und inzwischen natürlich längst durch anderes Material überholt. Schließlich aber — und das trifft den Kern — ist die Entwicklung der neueren Astronomie in mancher Beziehung über SEELIGER hinausgeschritten und hat einen Weg eingeschlagen, auf dem andere die Führerschaft übernahmen. SCHWARZSCHILD, der geniale Schüler, hat diese Wendung rechtzeitig erkannt: die viel größere Wichtigkeit, welche den Bewegungserscheinungen im Sternsystem zukommt gegenüber den bloßen Abzählungen. Seine „Ellipsoidhypothese" ist gewissermaßen ein Versuch, die von SEELIGER gefundene rotationsellipsoidische Verteilung der Sterne zu ergänzen durch eine analoge Verteilung ihrer Geschwindigkeiten.

Die Frage ist berechtigt, ob SEELIGERS stellarastronomischen Untersuchungen über den unbestrittenen historischen Wert als Grundlage des um die Jahrhundertwende geformten astronomischen Weltbildes hinaus auch heute noch eine Bedeutung zukommt, ob sie noch nutzbringend weiteren Untersuchungen als Unterlage dienen können? SEELIGER selbst hat im Jahre 1920 noch einmal sein Lebenswerk verteidigt gegenüber Angriffen, die ihm jeden Wert abzusprechen suchten, und hat gezeigt, daß die neuesten Abzählungen keineswegs dazu zwingen, seine Anschauungen aufzugeben, vielmehr gerade die Hauptpunkte, auf die es ihm stets ankam, durchaus bestätigen. Und es mag für ihn eine besondere Genugtuung gewesen sein, in der ihm zum fünfundsiebzigsten Geburtstage gewidmeten Festschrift eine Arbeit seines letzten Schülers (SAMETINGER) zu finden, die unter Verwertung des gesamten neueren Materials den Nachweis erbrachte, daß seine Ansätze auch den modernen Anforderungen standhalten. Trotzdem dürfte dies die letzte Diskussion des typischen Sternsystems gewesen sein, dürften SEELIGERS wie KAPTEYNS klassische Arbeiten, soweit sie sich nur auf Sternanzahlen und mittlere Parallaxen stützen, der Vergangenheit angehören. Die Problemstellung hat sich gewandelt. Die Zeit ist gekommen, wo die Fiktion einer „Verteilungsfunktion der absoluten Leuchtkräfte", die bei KAPTEYN zuletzt fast bis dem Glauben an ein Naturgesetz geworden war, aus den Diskussionen über den Aufbau der Welt verschwinden muß. Die Durchdringung der Astronomie mit physikalischen Gedanken hat den Spektraltypus der Sterne über ihre absolute Helligkeit gestellt, läßt jedenfalls eine getrennte Behandlung beider nicht mehr zu. SEELIGERS „typisches System" löst sich auf: im Innern in sich gegenseitig durchdringende Sternfamilien, die die Gemeinsamkeit ihres Ursprungs in Resten gemeinsamer Bewegungen und Ähnlichkeiten des spektralen Zustandes verraten; an den Grenzen geht es mehr oder weniger unstetig — ganz im Sinne SEELIGERS — in einzelne „Milchstraßenwolken" über, und das Ganze erscheint eingebettet in ein größeres System, dessen Glieder Kugelhaufen und Spiralnebel sind.

Es sei hier noch ein letztes Wort verstattet über SEELIGERS Stellung zur Frage der Absorption des Lichtes im interstellaren Raum. Er hat die Integralgleichungen der Stellarstatistik zuletzt in aller Allgemeinheit diskutiert, ist aber stets der Ansicht gewesen, daß eine nennenswerte Absorption innerhalb der Grenzen des Sternsystems (wie es sich ihm darstellte!) nicht in Frage komme. Unter der Annahme, daß die räumliche Dichte nicht auf größere Strecken ständig zunehmen, sondern daß sie höchstens konstant bleiben könne, war es ihm möglich, einen Maximalbetrag für die Absorption abzuschätzen. Die Zeit hat ihm Recht gegeben. Die Spekulationen über eine „allgemeine" Absorption des Lichtes durch ein interstellares Medium (Äther!) sind abgetan und es wird heute wohl ganz allgemein die Ansicht geteilt, daß, wo überhaupt Absorption auftritt, sie unregelmäßiger Natur ist und in der Verdeckung durch „dunkle Wolken" ihren Grund hat. Wenn eines der von SEELIGER behandelten Probleme mit herüber genommen wird in die neue Zeit, dann ist es das der „kosmischen Staubwolken". Es ist darum zu bedauern, daß der Vortrag, den er im Jahre 1918 der Münchener Akademie über die Frage der Absorption des Lichtes gehalten hat, nie im Druck erschienen ist. Er betrachtete die Untersuchungen als noch nicht abgeschlossen und vernichtete das Manuskript zusammen mit allen anderen unfertigen Arbeiten wenige Tage vor seinem Tode, damit nicht später veröffentlicht werde, was er selbst nicht als endgültig betrachtete.

Die Entwicklungsjahre der Kunst, optisches Glas zu schmelzen.

(Ein Nachtrag zu dem gleichbetitelten Aufsatz im 12. Jg. ds. Zeitschr. 781/97 vom 26. September 1924.)

Von M. v. ROHR, Jena.

In der Zwischenzeit bin ich durch drei neuere Veröffentlichungen zu wichtigen weiteren Kenntnissen gekommen, die hier mitgeteilt werden sollen. Besonders tritt P. L. GUINANDS Leben und Treiben in ein helleres Licht, doch wird auch unsere Kenntnis von FRAUNHOFER als Schmelzer in erfreulicher Weise vermehrt.

Die erste dieser drei Arbeiten war schon veröffentlicht, als ich meine frühere Darstellung abschloß, doch

habe ich leider erst nach ihrem Erscheinen von der wichtigen Mitteilung Herrn R. SWINNES[1]) Kenntnis erhalten. Im Folgenden werde ich den voraufgegangenen Hauptaufsatz mit [ ] anführen.

Von einer besonders großen Bedeutung für die Kenntnis des Guinandsschen Lebenswerkes ist der hier erbrachte Nachweis, daß seine ganz wichtige schriftliche Zusammenfassung [783 *r* oben] dank E. VOITS (* 1838, † 1921) erfolgreichen Bemühungen noch erhalten ist. Sie befindet sich jetzt in der Urkundensammlung des Deutschen Museums und führt den Titel: *„Mémoire pour faire le verre, mais particulièrement le verre en forte réfrangibilité, pour faire les lunettes achromatiques."* 193 S. Hr. SWINNE hat in der Übersetzung zum mindesten die Inhaltsangabe abgedruckt, die nicht weniger als 49 Abschnittstitel umfaßt.

Man kann hierzu wohl die Hoffnung aussprechen, es möge die warmherzige Pflege von P. L. GUINANDS Gedächtnis seine engeren Landsleute zu Versuchen anspornen, diese wichtige Schrift in möglichst getreuer Wiedergabe der Allgemeinheit zugänglich zu machen.

Wenn wir sonst noch hören, daß GUINAND mit seinen Schmelzversuchen in kleinem Maßstabe bereits 1774 begonnen habe, so wird dadurch die frühere der beiden Angaben auf [782 *l*] gut bestätigt; auch mußte er schon etwas früher Erfahrung in der Gewinnung optischen Glases haben, wenn er, wie weiter unten mitzuteilen ist, in den Jahren 1778/80 gemeinsam mit J. DIEDEY Fernrohre zum Verkauf herstellte. Daß seine durch J. S. GRUNER vermittelten Beziehungen zu J. UTZSCHNEIDER mit einem an diesen gerichteten Schreiben vom Ende Juni 1804 begannen, wird man sich merken müssen. Die Angabe, GUINAND habe Benediktbeurn erst im Mai 1814 verlassen, stimmt nicht zu UTZSCHNEIDERS Aussage [785 *l* oben], wonach er dort am 20. Dezember 1813 abgereist sei; nach den im Verlauf dieser Arbeit vermittelten Kenntnissen möchte man auch glauben, daß seine Anwesenheit in *Les Brenets* zu dieser Zeit ziemlich dringend erforderlich gewesen sei.

Von FRAUNHOFER ist eine ganz wichtige Äußerung vorhanden, die er einige Wochen vor seinem Tode seinem — mir nicht weiter bekannten — Freunde v. LEPRIEUR in die Feder diktiert hat. Als Hauptinhalt können wir hier anführen die beim Schmelzen von Kronglas empfundenen Schwierigkeiten, die er zunächst durch Vergrößerung des Hafeninhalts und durch erhöhte Reinheit des Schmelzgutes zu überwinden hoffte. Besonders wichtig sei die Reinheit der Pottasche, aber auch die des Quarzes; für diesen hat er später Kristalle aus dem Pillertal in Tirol bezogen, die geglüht, abgeschreckt und mit Quarzhämmern zerschlagen wurden. Um jede Spur von Holz (aus der hölzernen Mörserwand und von den hölzernen Stempeln stammend) zu entfernen, wurde das klein geschlagene Quarzgut noch geschlämmt. Ein zu großer Zusatz von Pottasche ergab ein an der Luft beschlagendes Glas, und es habe langer Proben bedurft, bis durch Abänderung des Kalk- und des Pottaschenzusatzes ein Glas erhalten wurde, das genügend bläschenfrei und haltbar ausfiel. Die allmähliche Auffüllung und in Absätzen erfolgende Verflüssigung des Schmelzgutes beim Kronglas wird im Schlußabsatz geschildert.

Im Vorbeigehen sei noch bemerkt, wie sorgfältig damals die Sprache auch in technischen Mitteilungen behandelt wurde. Vielleicht gilt es jetzt als altfränkisch, daß die heutige Mehrzahl Gläser 1826 von FRAUNHOFER vermieden wurde: er sagt dafür Glasarten, ebenso wie er von Kalkarten und Kalkgattungen spricht. Man merkt eben, daß die Tagespresse ihre das Sprachgefühl abstumpfende Tätigkeit damals noch nicht lange ausgeübt hatte.

Daß Hr. SWINNE stets von den auf GUINAND zurückgehenden Hütten im In- und Auslande spricht, scheint mir bedeutlich: ich würde nach [783 *r*] eine Zurückführung auf GUINAND-FRAUNHOFER für geboten halten.

Wendet man sich nun zu der zweiten wichtigen Arbeit, so verdankt man sie Hrn. H. BÜHLER[1]), dem Vertreter der Westschweizer Verehrer P. L. GUINANDS.

Es handelt sich hier um neue Ergebnisse der Ortsforschung in der Heimat L. P. GUINANDS, denen wir von verschiedenen seiner Lebensabschnitte sehr dankenswerte Kenntnisse entnehmen können. Die Seitenzahlen des S. A.s mit den durch α, β, ... bezeichneten Absätzen sind in runden Klammern beigesetzt worden.

Von 1778 bis 1780 hat (23 α) der damals im Anfange der 30er stehende Optikermeister GUINAND mit dem Papparbeiter J. DIEDEY zusammengearbeitet, um durch seinen Mitarbeiter in seinem (4/5) Brillen- und Fernrohrgeschäft Erleichterungen zu haben. Denn zu jener Zeit war eine solche Mitarbeit durchaus nicht nur für die Brillenbehälter notwendig, sondern man stellte noch regelmäßig Pappfernrohre her: selbst das weltbekannte Dollondsche Haus hat anfangs — man weiß noch nicht, bis zu welchen Jahren — seine achromatischen Fernrohre in pappenen Schiebehülsen herausgebracht. Solch ein Pappfernrohr, ausgezogen von 83 cm Länge, mit 6 cm Durchmesser des Außenrohres, dreilinsigem Okular und vier hornbewehrten Papphülsen ist jetzt in *Cressier* (22 ε) aufgefunden worden und scheint aus GUINANDS Hand zu stammen; das pergamentbezogene Außenrohr zeigt eingepreßte Verzierungen, aber keinen Herstellernamen.

Viel wichtiger ist die Kenntnis von GUINANDS Plänen um den Ausgang seiner Benediktbeurner Zeit, wozu wir uns jetzt wenden. Die etwas gereizte Verteidigung der Guinandschen Ansprüche (8 γ—ε) scheint mir unnötig: kein Fachmann wird heute GUINANDS großes Verdienst um die Herstellung des optischen Glases bestreiten. Wohl aber handelt es sich um die Beantwortung der Frage, ob er von 1809 bis 1813, in den 4 Jahren engsten Zusammenarbeitens mit FRAUNHOFER, nicht auch selber zugelernt habe; weiter unten wird dazu eine Bemerkung zu machen sein. Daß UTZSCHNEIDER schon 1826, aber auch 1829 scharf — wir mögen heute wohl sagen, nicht gerecht — urteilte, scheint menschlich recht erklärlich: die weiter unten zu besprechende Guinandsche Familiengründung wird ihm kaum gefallen haben, und in dem späteren, von HENRI G. ausgehenden Zeitungsstreit mußte er sich als der grundlos angegriffene Teil fühlen. Daß nach REYNIERS Zeugnis (9 α) der kurz zuvor verstorbene P. L. GUINAND beanspruchte, FRAUNHOFER das Schleifen und Polieren auf Maschinen beigebracht zu haben, ist mir neu; wenn diese Erinnerungen zutreffen, so wird der Lehrer über die Fortschritte seines Schülers nicht zu klagen gehabt haben. Der REYNIERsche große Bericht wird verständlicherweise stark herangezogen und auch manche andere sonst bekannte Erzählung; auf (12 ζ, η) ist offenbar UTZSCHNEIDER mit FRAUNHOFER verwechselt worden, denn FRAUNHOFER war 1804 noch gar nicht in UTZ-

[1]) Die Anfänge der optischen Glasschmelzkunst. Keram. Rdsch. **32**, 259—262, 2 + (22. Mai). 1924.

[1]) HENRI BÜHLER, L'œuvre de PIERRE-LOUIS GUINAND. (Conf. faite le 30 août 1924 à la Soc. d'hist. et arch. du Cant. de Neuch.) Rev. intern. de l'Horl. 1924 (15. September und 1. Oktober); hier nach dem S.-A. 23. S. kl. 8°.

schneiders Diensten, auch würde er einem 17jährigen Schleifer keine so wichtige Geschäftsreise anvertraut haben. Wenn 1804/05 die Guinandschen Glasproben vom Rande und vom Boden des Tiegels die gleiche Brechzahl zeigten, so wird man das aus dem damals noch ganz unvollkommenen Meßverfahren erklären müssen: erst 1817 hat Fraunhofer seine Verwendung der dunklen Linien des Sonnenspektrums bekanntgegeben und damit die rechnende Optik auf eine unerschütterliche Grundlage gestellt.

Doch wenden wir uns zu Guinands Plänen. Man erkennt (11 γ, ε), daß er seine alte Hütte zu *Les Brenets* nicht seinem Sohne Aimé allein, sondern auch seinem Schwiegersohne Couleru übergeben hatte, im Sommer 1813 schreibt er (11 ε) ziemlich unzufrieden mit der Arbeitswilligkeit dieser beiden Beauftragten. Mit dem Schicksal dieser kleinen Glashütte hat er sich viel beschäftigt. Schon um den Ausgang von 1811 (13 γ) — er war im September dieses Jahres von Utzschneider der Leitung Fraunhofers unterstellt worden — erwähnt er vor seinen Kindern den Plan einer in der Heimat zu schaffenden optisch-mechanischen Werkstätte (über das Benediktbeurner Arbeitsgebiet hinaus wollte er anscheinend auch Spiegelfernrohre machen), und zwar solle in dieser Gründung Aimé die Schleiferei, Couleru die Schmelzerei zu leiten haben. Im Juni 1812 (13 δ) rät er ihnen vorläufig von der Glasherstellung ab, da der Absatz fehlen werde, indessen solle Aimé nach Bayern kommen, wo er ihm zeigen würde, „was man alles mit Glas und Optik machen könne". Hiernach muß man es doch wohl für gesichert halten, daß er damals (er hatte nahezu 3 Jahre mit Fraunhofer zusammengearbeitet) selbst an Fortschritte über seine, Aimé ja bekannten Kenntnisse von 1805 hinaus geglaubt habe. Das stimmt aufs beste mit der früher [783 r] vertretenen Ansicht überein, wonach die Benediktbeurner Arbeitsgenossenschaft zum Glasschmelzen *allein* ihren Mitgliedern genützt habe. Jener Plan einer eigenen Werkstätte in der Heimat gewinnt bei Guinand immer festere Gestalt, ein Mechaniker Strahl, möglicherweise aus Württemberg angeworben, traf (13 ζ) im Herbst 1812 in *Les Brenets* ein. Ende Juli 1813 beklagt sich P. L. Guinand (14 δ) über Aimés Lässigkeit; nötigenfalls würde er selber „mit seinen 3 Gesellschaftern" die Arbeit übernehmen. Im September 1813 (14 ε) plant er eine Gründung mit 4 selbständigen Abteilungsvorstehern. Seine um 35 Jahre jüngere Frau — sie war damals etwa 30 Jahre alt — sollte (11 γ) am 1. Oktober 1813 nach *Les Brenets* abreisen, um die ganze Angelegenheit so zu regeln (14 ζ), „daß die Verpflichtungen nicht verletzt würden, die er gegen Utzschneider übernommen habe". Und nach allen diesen Vorbereitungen hat er (15 β) immerhin am 20. Dezember 1813 für sich und seine Frau von neuem versprochen, „sich mit niemand zur Herstellung von Flint und Kronglas zu verbinden, noch auch überhaupt sich mit Optik zu befassen". Mir steht, da ich nur schildern möchte, wie sich die Guinandsche Gründung in *Les Brenets* entwickelt hat, ein endgültiges Urteil über den Wert dieses Versprechens nicht zu, aber man wird sich nicht wundern können, wenn Utzschneider es für reichlich äußerlich angesehen hätte. Im April 1814 (15 δ) bietet P. L. Guinand einem früheren Benediktbeurner Untergebenen, Schweiger[1]) in Wien, Glas an; Hr. Bühler meint, das sei noch von Bayern aus geschehen, meine Ansicht zu der Abreise habe ich schon oben angegeben; nach (15 γ) steht es mit der Gründung zu *Les Brenets* schlecht, und Guinand entschied sich nach (15 γ) Ende August 1815, sein Ruhegehalt aus Benediktbeurn aufzugeben, um das Unternehmen selber zu betreiben. Es ist sichergestellt, daß er im Januar 1816 seinen Vertrag mit Utzschneider kündigte, und man weiß jetzt dank den Bühlerrschen Mitteilungen, welche große Glasfabrik in seinem Kündigungsschreiben gemeint war. Meine frühere, unsichere Vermutung, es möge sich um eine Verbindung mit dem Pariser Optiker N. J. Lerebours gehandelt haben, ist hiermit erledigt; freilich hören wir aus diesen Mitteilungen nichts über die früheren Beziehungen zwischen diesen beiden Männern, die nach

P. L. Guinand (* 1748, † 1824) in seinen letzten Lebensjahren; umgezeichnet nach einem Steindruck von Domon, wie ihn Hr. Dietisheim bekanntgegeben hat.

Hrn. M. Fallets Angaben sogar zu einem Besuche geführt haben, den Lerebours noch in Benediktbeurn bei Guinand machte.

Von 1816 ab beginnen zunächst Guinands angestrengte Versuche, sein Fernrohrgeschäft in die Höhe zu bringen: er versucht das durch A. Schwaiger in Wien (16 β, 19 β), sowie durch Strahl (16 α), der sich nach Stuttgart begibt, wo er Beziehungen zum Hofe des Königs Friedrich I. anknüpfte, denen allerdings der im Oktober 1816 eintretende Tod des Königs ein Ende macht. Im Jahre darauf (16 β) brachte Guinand der immer hilfreiche Statthalter De Rougemont mit dem Freiherrn v. Kruedener, dem russischen Gesandten zu Bern, in Verbindung; aber auch diese Möglichkeit bringt kein Geschäft, vielmehr wird ihm (16 β) auf eine undeutliche Weise ein größeres Fernrohr entfremdet, das noch jetzt in St. Petersburg vorhanden sein soll.

[1]) Wahrscheinlich handelt es sich um den Wiener Optiker A. Schwaiger, der im März 1825 einen Schutz auf Doppelfernrohre in Wien nachsuchte, und auch in einer späteren Wiener Quelle als „Feldstechererzeuger" erscheint.

Daß der Besuch und die Anteilnahme des jungen preußischen Kronprinzen dem Unternehmen Guinands nichts nutzen konnte, war schon früher bemerkt worden. Denkt man an seine Fernrohre, so war 1819, wo Fraunhofer in voller Kraft arbeitete, der Kampf gegen diesen Wettbewerber im deutschen Sprachgebiete schwerlich aussichtsreich.

Wenn Guinand nun, was man nach (17 β) annehmen kann, das französische Geschäft mit Lerebours und Cauchoix pflegte, so wird das praktisch die Aufgabe der Fernrohrherstellung bedeutet haben, und von den geplanten 4 Abteilungen ist nun wohl nur die Glashütte übriggeblieben. Es besteht kein Zweifel daran, daß ihm, wenn nicht alle, doch ausreichend viele Schmelzen geglückt sind. Die Maßnahmen gegen die übermäßig hohen Zollsätze des Auslandes sind einigermaßen (19 δ, ε) bedenklich, doch mögen sie mehr Aimé G. zur Last fallen.

Wenn die Londoner Astronomische Gesellschaft (20 γ) durch Feil den Betrag von 59 £ = 1200 G.-Mk. an die Hinterbliebenen Guinands zahlte, so ist das sicherlich sehr großartig, und man kann nur bedauern, daß dies Geld nicht in die rechten Hände kam.

Einige Mitteilungen über den Schweizer Zweig der alten Guinand-Fraunhoferschen Glasschmelzkunst mögen noch folgen: Danach hat (21 β) sich schon 1827 Guinands Witwe mit Th. Daguet verbunden, und Berthet hat sich später angeschlossen. In jenem Jahre scheint eine gemeinsame Glashütte in *Chaillexon* auf französischem Gebiet betrieben worden zu sein. Schon 1829 wurde der Betrieb nach Solothurn verlegt, und man muß das früher dafür angegebene Datum vom 14. März 1831 nur auf einen Ankauf zu weiterer Vergrößerung der Anlage beziehen. Aimé G. ist offenbar zunächst mit dem von ihm geleiteten Urbetriebe in *Les Brenets* geblieben, von wo aus er ja Ende 1829 seinen offenen Brief gegen Utzschneider geschrieben hat. Möglicherweise um 1832 ist er von da weggezogen und hat nach (21 β) eine Hütte ebenfalls in *Chaillexon* — dort fielen ja bei dem Geschäft mit Paris die Grenzzölle fort — betrieben, womit es aber 1840 zu Ende gewesen ist. Die Vereinigung *Veuve* Guinand, Daguet & Berthet hat zwar 1834 noch bestanden, hat sich aber nach (21 β) später aufgelöst. Guinands Witwe hat dann ihren Betrieb in die alten Räumlichkeiten in *Chaillexon* zurückverlegt, während Berthet sich in *Morteau* niederließ. Diese beiden Hütten haben nach dem Payenschen Bericht 1839/40 noch bestanden; Aimé G. ist vielleicht damals schon nicht mehr lieferfähig gewesen. Das rasche Wachstum der Pariser Hütten, namentlich auch der Henri Guinands, wird allen diesen kleinen Betrieben den Wind aus den Segeln genommen haben.

Bei der dritten Mitteilung aus neuester Zeit[1]) handelt es sich um Mitteilungen zu Guinands Leben, die am 12. Februar 1924 — am 13. wäre der 100. Todestag wiedergekehrt — zu *La Chaux de Fonds* in öffentlicher Sitzung vorgetragen wurden. Sie lassen ihren Hauptzweck, die Pflege des Gedächtnisses an einen bedeutenden Landsmann, deutlich erkennen.

Für den Fernerstehenden ist das Bild des alten Guinand nach einem Steindruck besonders wichtig, das mir in einer so großen Wiedergabe nicht bekannt war.

[1]) Paul Dietisheim, Le centenaire de Pierre-Louis Guinand. L'Astronomie et Bull. Soc. Astr. de France. **39**, 177—197, 13 + und 1 Tafel. 1925.

Die Berichte über die Fortschritte Guinands in der Schmelzkunst würden durch bestimmte Zeitangaben gewinnen. Aus welchem Jahre stammen wohl (181 β) die völlig gleichartigen Scheiben von 30, ja 50 cm Durchmesser? In seiner Liste von 1822 [790] ist er nur bis zu 30 cm in Flint- und 21,6 cm in Kronglas gegangen. Auch sein anscheinend früh erfundenes Senkverfahren (181 δ) würde man gern einem bestimmten Jahre zugeschrieben sehen. Ich bemerke, daß er dafür nach [789 $l\,\alpha$] in einen Wettbewerb mit dem Pariser Feret eintritt, für den das Jahr 1787 angegeben wird; eine solche Erfindung möchte man einem Glassenker (*bombeur de verres*) recht wohl zutrauen. Eine Schwierigkeit entsteht dadurch, daß keiner dieser beiden Erfinder seinen Fund veröffentlicht hat. Über die Schwierigkeit, vor 1817 die Unabhängigkeit der Brechzahl von der Hafenstelle der Probe überhaupt sicher festzustellen, wurde schon oben gesprochen. Wenn er (182 β) an seine alten Handlanger, Sohn und Schwiegersohn, von Bayern aus die Warnung gelangen lassen mußte, den Hafeninhalt vor Staub und Rauch zu hüten, so wird das eine Kenntnis sein, die er in Utzschneiderschem Dienste gemacht hatte, also die der Benediktbeurner Arbeitsgemeinschaft zukam. Das (185) in Abb. 77 dargestellte große Teleskop in kantigem Holzrohr auf hölzernem Dreifuß wird vermutlich aus der durch 2. bekannt gewordenen Zeit, etwa zwischen 1816 und 1819, stammen, während das von Hrn. Bühler erwähnte Pappfernrohr eher einer früheren Zeit zuzuschreiben ist. Für die großen Objektive, die den Ruf der Benediktbeurner Anstalt gegen jeden Zweifel sicherten, ist doch wohl im Gegensatz zu (186 α) — man sehe auch [787 $r\,\beta$] — daran festzuhalten, daß sie aus Schmelzen nach Guinands Austritt angefertigt wurden; Utzschneider hat auf diese Feststellung einen besonderen Wert gelegt. Wenn (187 γ) in dem Bruchstück eines Briefes von Anfang 1815 Guinand den Verlust seines Ruhegehaltes beklagt, so ist das einigermaßen verwunderlich, da [788 $r\,\eta$] bisher nur bekannt war, daß er seinen Benediktbeurner Vertrag im Januar 1816 gekündigt habe. Daß er nicht ungern unter Utzschneider gearbeitet habe, geht auch aus dieser Briefstelle hervor. Die Angabe Utzschneiders nach dem Verkaufe seines Besitzes in Benediktbeuru (189 δ) mag Guinand mißverstanden haben. Soviel heute bekannt ist, wurde die mechanische und optische Abteilung des damals recht gut beschäftigten Unternehmens nach München verlegt, während die Glashütte in Benediktbeurn verblieb. Daß E. Reynier, von dem (192) ein Bildchen mitgeteilt wird, durch Guinand (188 γ) eine Art Fachschulung erhalten hat, ist mir früher nicht bekannt gewesen; nach Guinands Willen sollte er den geschäftlichen Briefwechsel für die Hütte führen und hat das auch in Treuen getan. Vielleicht ist die Lücke [789 $r\,\gamma$] in seiner Schilderung aus Geschäftsrücksichten zu erklären. Daß ein des Englischen kundiger Landsmann, Ch. Ph. De Bosset, 1825 in London eine Schrift „*Some account of the late M. Guinand and of the important discovery made by him in the manufacture of flint glass for large telescopes*" erscheinen ließ, wird man sich merken müssen.

Nach diesem Bericht wurde die Verbindung der Witwe Guinands mit Th. Daguet und Alexis Berthet im Jahre 1835 gelöst, was zur Geschichte der Tochterwerkstätten gehört. Von Aimé Guinand aber erhalten wir auch hier keine weiteren Nachrichten.

Die Entstehung des Petroleums.

In der Rev. générale[1]) ist eine Übersicht über die verschiedenen Theorien der Petroleumentstehung gegeben worden. Die nachfolgenden Ausführungen sind im wesentlichen dieser umfassenden Zusammenstellung entnommen.

Nach den ältesten Theorien sollte zwischen der Entstehung des Petroleums und der Steinkohle und der Bildung anderer Mineralien kein grundsätzlicher Unterschied bestehen. Da mindestens für die Steinkohle auf Grund ihrer Mikrostruktur ihre Entstehung aus organischen Gebilden heute sichergestellt ist und der Zusammenhang zwischen Steinkohle und Erdöl äußerst wahrscheinlich ist, so kommt derartigen Betrachtungen heute keine Bedeutung mehr zu. Alexander v. Humboldt, obwohl auch in der Meinung von der anorganischen Herkunft des Petroleums befangen, wies schon — in Übereinstimmung mit manchen Theorien der neuesten Zeit — darauf hin, daß die Flüchtigkeit des Erdöls für die Bildung der Erdöllager von Bedeutung gewesen sein müsse, indem er von einem Destillationsprozeß aus ungeheuren Tiefen des Urgesteins unter dem Einfluß vulkanischer Kräfte sprach.

In neuerer Zeit sind die Vorstellungen über die anorganische Herkunft des Petroleums in Form der Carbidtheorien wieder aufgetaucht (Berthelot 1866, Mendelejeff 1897, Moissan 1902). Auf Grund der Laboratoriumsbeobachtung, daß Metallcarbide mit Wasser verschiedene Kohlenwasserstoffe zu bilden vermögen, gelangte man zu der Vorstellung, daß in früheren geologischen Epochen Eisencarbid mit Wasserdampf bei hohen Temperaturen reagiert hätte. Für das Auftreten großer Mengen Eisencarbid in der Erdentwicklung sah man einen Hinweis in dem Kohlenstoffgehalt der Eisenmeteoriten.

Schließlich haben die Theorien der anorganischen Herkunft des Erdöls in dem Auftreten von Kohlenwasserstoffen in den vulkanischen Gasen noch eine scheinbare Stütze gefunden (Ross 1891).

Ein entscheidender Einwand gegen die anorganischen Theorien liegt in der Unmöglichkeit, aus ihnen die wahrscheinlich allen Erdölen eigentümliche optische Aktivität zu erklären. Der früher gemachte Hinweis auf einen Einfluß des magnetischen Erdfeldes auf ihre Bildung in diesem Sinne kann heute als unzutreffend abgelehnt werden. Ferner findet sich im Erdöl in den weitaus meisten Fällen auch Schwefel und Stickstoff, deren Hineinkommen die anorganischen Theorien immer besonders erklären müssen, während bei der Entstehung des Erdöls aus organischer Substanz das Auftreten dieser beiden Elemente sehr plausibel ist. Schließlich geben die anorganischen Theorien keinen Hinweis auf den sehr wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen Erdöl und Steinkohle.

Festzuhalten ist aber, daß sehr wohl organisch gebildete Leichtöle durch Einwirkung anorganischer Substanz, nämlich Nickel- oder Eisenkatalysatoren, in die schwereren Öle, als die man sie heute findet, übergeführt sein können.

Die älteren organischen Entstehungstheorien nehmen einen Destillationsprozeß aus verwesten pflanzlichen oder tierischen Resten an (Carlsson 1854). Auf Grund des geologischen Befundes von Höfer, daß Erdöllager mit tierischen Überresten zusammenzuhängen scheinen, und der chemischen Beobachtung von Engler, daß es möglich ist, durch Druckdestillation von Proteinen und Fetten tierischen und pflanzlichen Ursprungs petroleumähnliche Stoffe zu erzeugen, läßt sich etwa folgendes Bildungsschema entwerfen.

Die organischen Reste zersetzen sich unter dem Einfluß von Bakterien unter Bildung gasförmiger und wasserlöslicher Substanzen. Die Fette werden durch das Wasser und durch die Einwirkung von Fermenten in Glycerin und unlösliche Fettsäuren gespalten. Die Wachsstoffe werden in irgendeiner analogen Weise zersetzt. Unter dem Einfluß besonderer Bedingungen von Druck und Temperatur wandeln sich die Fette und Fettsäuren in sehr langer Zeit in gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe um, möglicherweise nach Art einer Destillation unter Druck, vielleicht aber auch in einem geschlossenen System. Die hierbei entstehenden Substanzen werden wohl späterhin noch Komplexverbindungen eingehen. Man muß wahrscheinlich diese ursprüngliche Englersche Theorie noch in geeigneter Weise auf eine Umwandlung von Harzen und Terpenen ausdehnen.

Die speziellere Fragestellung läuft darauf hinaus, ob das Petroleum aus tierischen oder pflanzlichen Überresten, und wenn aus letzteren, ob es aus See- oder Landpflanzen entstanden ist. Der Zusammenhang mit der Steinkohle weist unmittelbar auf eine pflanzliche Entstehung hin. Man kann tatsächlich durch Vakuumdestillation und durch Extraktion aus der Steinkohle petroleumähnliche Stoffe gewinnen. Ob aber in der Natur bei der Bildung von Petroleumlagern häufiger als in seltenen Ausnahmefällen Destillationsprozesse wirklich aufgetreten sind, ist zweifelhaft, denn man kann in keinem einzigen Falle die Gänge der Dampfphase und den Destillationsrückstand nachweisen. Für die kalifornischen und auch einige asiatische Petroleumfelder kann man nachweisen, daß der petroleumbildenden geologischen Epoche eine besondere Üppigkeit der Paläoflora vorangegangen ist. Selbst die sehr verschiedenen Petroleumarten, die auf dem kleinen Gebiet der Insel Trinidad vorkommen, scheinen sämtlich pflanzlichen Ursprungs zu sein.

Eine sehr wichtige Beobachtung, nämlich gleichsam ein Petroleumvorkommen im Entstehen, ist in Magdeburg gemacht worden. In den zerfallenden Wurzeln von etwa 60—70jähr. Fichten, die in einer leichten Vertiefung des Bodens angepflanzt waren, hat man etwa ein Meter unterhalb des Bodens schwefelhaltiges Wasser und eine paraffinähnliche Flüssigkeit gefunden, die auch Spuren von Schwefel und Stickstoff enthielt. Aus dem Sande des Bodens konnte man Harzsubstanzen auslaugen. Offenbar wäre aus dem sehr langen Zusammenwirken des Wassers, des Kohlenwasserstoffgemisches und der Harzsubstanzen allmählich Petroleum entstanden.

Ein Petroleumlager in Mahoning (Ohio) steht in so engem Zusammenhang mit einem Steinkohlenlager, daß die Vermutung naheliegt, daß beide aus denselben oder sehr ähnlichen Ausgangssubstanzen entstanden sind und sich vielleicht erst später getrennt haben.

Für die Entstehung des Petroleums sind sehr wahrscheinlich in vielen Fällen Mikroorganismen das Ausgangsmaterial. So könnte z. B. der aus Pflanzen und mikroskopischen Tieren bestehende, „Faulschlamm" (Sapropel) genannte submarine Schlamm als Ausgangsmaterial in Frage kommen, der unter dem Einfluß des Wassers ein kolloidales Fett abscheiden könnte. Aus diesem Fett könnte sich im Sinne der früher dargestellten Theorie Petroleum bilden.

[1]) Perci E. Spielmann, Rev. générale des sciences 36, 47—53 u. 111—119. Die Arbeit enthält ein Verzeichnis der Originalliteratur.

Für die marine Entstehung des Petroleums spricht der Umstand, daß sich bei vielen Petroleumlagern salzhaltige Grundwässer finden, die mit konzentriertem Meerwasser Ähnlichkeit haben.

Zahlreiche Argumente lassen sich auch für die Bildung des Petroleums aus tierischer Substanz anführen. Die großen Lager von Wyoming scheinen tierischen Ursprungs zu sein, weil man das Vorkommen großer Mengen von Fischfossilien in den begleitenden Tonschichten kaum als Zufall betrachten kann.

Auf Borneo und einer Nachbarinsel sind zwei Beobachtungen gemacht worden, die entsprechend dem schon erwähnten Magdeburger Befund das Petroleum in der Entstehung aus tierischen Resten zeigen. Man fand ein klares, petroleumähnliches Öl in einem Sande, der stark mit postpliocänen Resten von Mollusken, Korallen und Muscheln durchsetzt war, und zwar war das Öl in den animalischen Resten angereichert. Dieses Petroleum war völlig verschieden von dem dunklen, im Tertiär entstandenen Petroleum von Borneo. In einem anderen Falle konnte man zeigen, daß bei einem großen Block aus Korallenkalk eine Ölbildung aus der Zersetzung des Polypenkörpers in situ stattfand.

Kaum in irgendeinem Falle darf man annehmen, daß der heutige Ort eines Petroleumfeldes auch der Ort der Entstehung des Petroleums ist. Wahrscheinlich ist das Petroleum durch andere geologische Schichten unter Wechselwirkung mit ihnen hindurchgegangen. Unter dem Einfluß von Schwefel und Sauerstoff entsteht hierbei das Bitumen.

Der einzige schwerwiegende Einwand gegen die organische Herkunft des Petroleums ist der: da das Petroleum häufig und immer streng lokalisiert auf der Erde vorkommt, und da man nicht annehmen darf, daß sich lebende Substanz zu mehr als einem Bruchteil in Petroleum verwandelt haben kann, müssen ungeheure Mengen belebter Materie auf der Erde vorhanden gewesen und an einzelnen Stellen abgesetzt worden sein. Gegen diesen Einwand kann auch auf die Alge Macrocystis pyrifera hingewiesen werden, die heute die verbreitetste Pflanze der Erde sein soll und insbesondere im Golf von Mexiko in so ungeheuren Mengen vorkommt, daß sie wohl ein Petroleumfeld ergeben könnte. Auch bei den Falklandsinseln sollen sehr große Mengen von Algen sein. Gelegentlich könnten in früheren geologischen Epochen katastrophale Vergiftungen durch Vulkangase zum gleichzeitigen Absterben sehr großer Mengen belebter Substanz geführt haben.

Allgemein scheint demnach die Petroleumbildung folgendermaßen verlaufen zu sein:

Die angesammelten organischen Reste wurden zunächst durch aerobe Bakterien zersetzt, die Fette in Glycerin und Fettsäure gespalten. Die Anwesenheit von Salzwasser führte bei der Anhäufung von Fettsäure unter dem Einfluß besonderer Temperaturen und Drucke zur Bildung von Petroleum.

Die Steinkohle entsteht auf einem anderen Zweig des Abbaues der organischen Substanz, aber oft aus dem gleichen Ausgangsprodukt. Die ganze Verschiedenartigkeit der Erdölvorkommen hat in der Verschiedenheit der Entwicklungsgänge ihren Grund, indem die Muttersubstanz, der Bildungsprozeß und schließlich die Schicksale während der Wanderung zu den heutigen Lagerstätten und natürlich das geologische Alter des Entstehungsprozesses das Produkt verändern. P. G.

Besprechungen.

GOEBEL, K., **Die Entfaltungsbewegungen der Pflanzen und deren teleologische Deutung.** Ergänzungsband der Organographie der Pflanzen. Zweite, neubearbeitete Auflage. Jena: G. Fischer 1924. X, 565 S. und 278 Abbild. 16 × 24 cm. Preis geh. 20, geb. 22 Goldmark.

Schon nach 4 Jahren erscheinen GOEBELS Entfaltungsbewegungen in 2. Auflage, nachdem die 1. kurze Zeit nach ihrem Erscheinen vergriffen war. Auf eine ausführliche Wiedergabe des Inhalts kann hier mit Rücksicht auf die eingehende Besprechung der 1. Auflage in Bd. 8, Jg. 1920, S. 746/47 dieser Zeitschr. verzichtet werden. Nur der Änderungen des Werkes, dessen Abbildungen von 229 auf 278 und dessen Seiten von 483 auf 565 gestiegen sind, sei hier gedacht. Diese Änderungen bestehen nicht nur in kleineren, dem neuen Stand der Forschung entsprechenden Zusätzen und Ergänzungen, vielmehr sind eine ganze Reihe von Paragraphen (Einrollungs- und Entfaltungsbewegungen ausgewachsener Grasblätter, Flankennutation, Abwärtsbewegung von Blättern infolge von Änderungen in der Wasserzufuhr, Drehung in der Knospenlage oder nach dem Aufblühen usw.), sowie ein ausgedehnter Abschnitt über die Verschiedenheiten in der Blütengestaltung der Papilionaceen und ihre biologische Bedeutung neu eingefügt. Hier verfolgt G. den Bau der Papilionaceenblüten in seinen verschiedenen Abwandlungen und stellt fest, daß die zahlreichen beobachteten Bautypen nicht etwa in einer fortschreitenden Linie der Anpassung an die Befruchtung liegen, daß vielmehr nebeneinander mannigfache gleich zweckmäßig funktionierende Baupläne zu verzeichnen sind, deren Entstehung somit nicht auf stets gleichgerichtete Selektion zurückgeführt werden kann. Und somit gelangt G. auch in diesem Abschnitt zu einer völligen Ablehnung jener Auffassung, nach der der Kampf ums Dasein als schöpferische Macht hinter den Gestaltungsvorgängen steht. Es ist dies ja gewissermaßen der rote Faden, der sich durch das ganze Werk zieht. „Die Natur arbeitet also anders als der Züchter — der Anthropomorphismus, der in der Selektionstheorie liegt, hat versagt, sie kann weder die Entstehung der Arten, noch die Mannigfaltigkeit der Anpassungen erklären" (S. 62). Das ist ein Gedanke, der auch in der Einleitung von allgemeinerer Warte aus beleuchtet ist. „Wir können auch sagen: die reine Nützlichkeitslehre läßt die Natur schaffen wie einen Handwerker, der nur das herstellt, was unmittelbar gebraucht wird. Sie verhält sich aber wie ein Künstler, der sich vom *nur* Nützlichen nicht beschränken läßt" (S. 35). Hier stoßen wir auf einen Punkt, der naturwissenschaftlicher Analyse unzugänglich ist. Es sei nur noch darauf hingewiesen, daß G. auch die teleologisch-vitalistische Betrachtungsweise, soweit sie Zielstrebigkeit in die Organismen selbst hineinverlegt, grundsätzlich ablehnt und vielen Zweckdeutungen mit recht großer Skepsis gegenübersteht. Auch diese Stellungnahme gelangt in dem Abschnitt über die Papilionaceen deutlich zum Durchbruch (angeblicher Pollenschutz durch das Schiffchen usw.). Selbstverständlich darf man hier das Kind nicht mit dem Bade ausschütten und den beobachteten Strukturen jeden ökologischen Sinn absprechen, nur ist gerade auf dem Gebiete der Blütenbiologie vielfach mit sehr großer Voreiligkeit und mangelnder Kritik gearbeitet worden und deshalb die kühle Reserve, mit der G. in solchen Fragen vorgeht,

in vielen Fällen sehr angebracht. Es hat sich dabei gezeigt, daß der Sinn der Einrichtungen oft in ganz anderer Richtung liegt, als vielfach angenommen wird, und daß eine ganze Reihe auffälliger Erscheinungen in engstem Zusammenhang mit den Vorgängen der Entfaltung stehen. Erst sekundär sind sie dann der Insektenbefruchtung dienstbar gemacht worden.

P. Stark, Freiburg i. B.

KOSTYTSCHEW, S., **Pflanzenatmung.** Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere, herausgegeben von M. Gildemeister, R. Goldschmidt, C. Neuberg, J. Parnas und W. Ruhland. 8. Band. Berlin: Julius Springer 1924. VI, 152 S. und 10 Abbild. 14 × 22 cm. Preis geh. 6,40; geb. 7,50 Goldmark.

Bei dem regen Interesse, das die behandelte Frage für den Pflanzen- wie Tierphysiologen besitzt, ist es ein verdienstvolles Unternehmen, das bisherige Tatsachenmaterial über die anaerobe und aerobe Atmung niederer und höherer Pflanzen zusammenzutragen. Kostytschew hat dies mit der vorliegenden Monographie versucht und in knapper Form eine Übersicht geliefert. Freilich empfindet man es als einen Nachteil, daß der Autor hauptsächlich die seinen Anschauungen genehmen Experimentalergebnisse berücksichtigt. Den Kernpunkt seiner Auffassung bildet die Ansicht eines bestimmten Zusammenhangs der Sauerstoffzehrung mit der intramolekularen Atmung der Vegetabilien. Verfasser tritt für die alte, heute weitverbreitete und anerkannte Lehre Pflügers, Pfeffers und Palladins ein, daß auch bei der Sauerstoffatmung zunächst auf rein anaerobe Weise labile Zwischenprodukte entstehen, die dann in einer zweiten Phase durch den Luftsauerstoff zu CO_2 und H_2O verbrannt werden. Er hat auch versucht, diese Theorie experimentell zu stützen; aber der dahin zielende Versuch, daß angegorene Zuckerlösungen eine erhebliche Steigerung der Atmungsgröße von verschiedenen Samenpflanzen bedingen, ist alles mehr als eindeutig, da es sich hier auch um die bekannte Reizwirkung von Vitaminen und Katalysatoren handeln kann. Der Verfasser empfindet selbst die Unsicherheit in der Beurteilung dieses Versuches, verwertet ihn aber bald nach dieser, bald nach jener Richtung (vgl. S. 24, 122, 123). Der Methodik (39 Seiten) ist ein im Verhältnis zum gesamten Text (149 Seiten) großer Raum gewidmet. Dabei ist es verwunderlich, daß die seit 2 Jahrzehnten das Gemeingut aller Physiologen bildenden Verfahren der Gasmessungen nach Barcroft völlig unberücksichtigt geblieben sind. Das Buch hätte durch die Fortlassung der Beschreibungen veralteter Apparaturen und Methoden zwar an Umfang, aber nicht an Wert verloren. Trotz dieser Beanstandungen muß man dem Autor Dank wissen, daß er die pflanzenphysiologische Literatur um diese Monographie bereichert hat.

Paul Mayer, Berlin.

LIPPMANN, EDMUND O. VON, **Geschichte der Rübe (Beta) als Kulturpflanze.** Festschrift zum 75jährigen Bestande des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie. Berlin: Julius Springer 1925. IV, 184 S. und 1 Abb. 16 × 24 cm. Preis geb. 12 Goldmark.

Neben dem Brotgetreide hat die Rübe von alters her für die menschliche und wohl auch tierische Ernährung die bedeutsamste Rolle gespielt. Erst mit dem Erscheinen der Kartoffel in der alten Welt ist sie mehr und mehr in den Hintergrund gedrängt worden, um sich dann schließlich als Zuckerrübe wieder ein weites Feld zu erobern. Während wiederholt mit mehr oder weniger Erfolg der Versuch unternommen worden ist, die Vorgeschichte der Getreidepflanzen zusammenhängend darzustellen, fehlte es bisher an einer Kulturgeschichte der Rübe. Aus Anlaß des 75jährigen Bestehens des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie hat es Lippmann unternommen, diese Lücke zu schließen. An der Hand eines nicht nur sehr umfangreichen, sondern zugleich auch kritischen Quellenstudiums weist Lippmann nach, daß entgegen der Annahme mancher Botaniker, wie z. B. Decandolle, und entgegen der Behauptung von Proskowetz, welcher die Rübe als ein ganz modernes Kulturgewächs angesprochen hat, die Rübe bereits bei den alten Griechen und im alten Rom als Nahrungsmittel Verwendung gefunden hat. Nicht immer dürfte es sich dabei allerdings um Angehörige der Gattungen Beta und Brassica, die heutigen Tages kurzweg als Rüben bezeichnet werden, gehandelt haben. Auch Chenopodium, Bunias u. a. wurden in der vorchristlichen Zeit zu den Rüben gezählt. Im Mittelalter trat aber dann eine Klärung insofern ein, als von da ab nur noch Beta- und Brassica-Arten als Rüben bezeichnet wurden. Aus dem von Lippmann mit staunenswertem Fleiße zusammengetragenen Materiale ist zu entnehmen, daß die Rübe im Mittelalter ein weitverbreitetes, wenn auch nicht immer sehr geschätztes Nahrungsmittel war, nicht nur in Deutschland, sondern in fast allen Ländern der alten Welt. Aber nicht nur als Genuß-, sondern ganz allgemein auch als Heilmittel wurden die Rüben in allerhand Aufbereitungen verwendet. In das 18. Jahrhundert fällt die Heranziehung der Beta-Rübe zur Zuckergewinnung. Lippmann zerstört die von französischer Seite ausgegangene Legende, daß Olivier de Serres als erster auf das Vorhandensein von Zucker in der Rübe hingewiesen und auf die Möglichkeit der Zuckergewinnung aus Rüben hingedeutet habe. Er sichert zugleich dem Berliner Chemiker Marggraf das Verdienst, zuerst in der Rübe echten Zucker entdeckt und auf seine Gewinnbarkeit in reinem Zustande aufmerksam gemacht zu haben. Mit dem Beginn des 19. Jahrhunderts, welches in einer großen Anzahl mitteleuropäischer Länder den planmäßigen Anbau von Zuckerrüben erstehen ließ, endet Lippmanns Darstellung. Ein Schlußkapitel verbreitet sich über Abstammung und Herkunft der Zuckerrübe. In ihm läßt Lippmann den Widerstreit der hierüber zutage geförderten Meinungen im vollsten Umfange zu Worte kommen. Das Ergebnis geht dahin, daß wir zur Zeit noch nicht im Besitz eines sicheren Wissens über Abstammung und Entstehung unserer Rüben sind.

Die Fülle des dargebotenen, zum Teil aus sehr schwer zugänglichen Quellen geschöpften Materials gestattet nicht, Einzelheiten aus ihm herauszugreifen. Zusammenfassend darf man Lippmanns Buch über die Rübe als ein Denkmal bezeichnen, das er nicht nur der Rübe, sondern auch deutschem Forscherfleiße und damit sich selbst gesetzt hat.

M. Hollrung, Halle.

TOBLER, FRIEDR., **Biologie der Flechten.** Berlin: Gebr. Borntraeger 1925. VII, 265 S., 67 Textabbild. und 1 farbige Tafel. 15 × 23 cm. Preis 13,50 Goldmark.

In der deutschen botanischen Literatur fehlte es bisher an einer Übersicht über die in den letzten Jahrzehnten auf dem Gebiete der Flechtenbiologie gewonnenen Forschungsergebnisse. Diesem Mangel hilft das Buch von Tobler in wirksamer Weise ab. Es bietet in 4 Abschnitten eine kritische Zusammenfassung der bisherigen Arbeiten auf jenem Gebiete, vermehrt um die zahlreichen eigenen Beobachtungen des Verfassers.

Im 1. Abschnitt werden *Entwicklung und Wachstum* des Flechtenlagers geschildert. Was zunächst die Algen anbetrifft, so war man früher der Ansicht, daß

sie sich im Thallus nur durch Teilung vermehren, indessen zeigte POULSON, daß bei Evernia prunastri auch Sporenbildung eintreten kann — besonders in der feuchten Jahreszeit — und daß die jungen Sporen ziemlich schnell von Hyphen umsponnen werden. Diese Tatsache dürfte deshalb von allgemeinerer Bedeutung sein, weil die für Evernia typische Cystokokkusart bei vielen anderen Flechtengattungen als Gonidium auftritt. HAYRÉN stellte fest, daß in Soredienkulturen unter gewissen Bedingungen Schwärmsporenbildung ausgelöst werden kann. Bei Nostoc punctiforme, aus Peltigeraarten isoliert, ist es geglückt, Hormogonien zu beobachten. Die Vermehrung des Flechtenpilzes erfolgt normalerweise durch Schlauchsporen, die entweder durch Ejakulation oder durch den Wind, sicherlich aber auch gelegentlich durch Tiere verbreitet werden. Indessen dürfte nach TOBLER die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Pilzsporen in der Natur die geeignete Alge zur Bildung des Konsortiums finden, äußerst gering sein; diese Art der Vereinigung der beiden Komponenten wird im allgemeinen nur da erfolgen, wo in unmittelbarer Nähe der reifen Schlauchfrucht Algen in ausreichender Menge vorhanden sind. Die Kultur der Flechtenpilze ist mühsam und zeitraubend und daher nur von wenigen Forschern durchgeführt worden; da sie aber zur Beantwortung vieler Fragen der Ernährungsphysiologie bedeutungsvoll erscheint, so gibt TOBLER eine Aufzählung der bisherigen Kulturmethoden und eine Beschreibung seiner eigenen. Das Wachstum der Hyphen in solchen Kulturen wird durch zahlreiche gute Abbildungen erläutert. Ein Kapitel über vegetative Vermehrung schließt sich an, wobei die Isidien- und Soredienfrage die ihr heute gebührende Berücksichtigung findet. Im Schlußteil des 1. Abschnitts sind am interessantesten die Angaben über die Wachstumsgröße. Während die älteren Lichenologen den Flechten ein sehr langsames Wachstum zuschrieben, lehren neuere Beobachtungen, z. B. das Vorkommen mancher Arten auf vergänglicher Unterlage, daß der Thallus unter geeigneten Bedingungen ziemlich schnell an Größe zunehmen kann. SANDSTEDE gibt bei Cladonien eine jährliche Längenzunahme von 1 cm an. Das Wachstum ist im Herbst und im Winter am stärksten, wozu der in diesen Jahreszeiten höhere Feuchtigkeitsgrad sowie der wegen der Entlaubung der Bäume vermehrte Lichtgenuß den Hauptanlaß geben dürften.

Der 2. Abschnitt enthält die *Physiologie* der Flechten. Er beginnt mit Angaben über die Aschenbestandteile. Bisher sind in der Asche folgende Elemente nachgewiesen worden: Cl, S, P, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Al. In den Gonidien von Parmelia und Peltigera kommt auch Jod vor. Die Ergebnisse der Analysen weichen nicht selten voneinander ab, wahrscheinlich ist die Menge der Aschenbestandteile bedingt durch die Unterlage. Nach längeren Ausführungen über Wasseraufnahme, Wasserleitung und Gasaustausch geht TOBLER über zu den Erzeugnissen der Kohlenstoffassimilation, wobei die sog. Flechtenstoffe die Hauptrolle spielen. Sie tragen meist Säurecharakter und gehören zum größeren Teil der aromatischen, zum kleineren der aliphatischen Reihe an. Nur von ganz wenigen ist die Strukturformel bekannt, viele aber geben makroskopisch oder mikroskopisch auffällige Farbreaktionen, die in der Systematik zur Unterscheidung der Arten dienen können. Die Frage, ob die Flechtensäuren im Thallus selbst wieder Verwendung finden, verneint TOBLER, er sieht sie als Exkrete an. Über ihre biologische Bedeutung ist Sicheres nicht bekannt; in Hinblick auf die Bitterkeit vieler meinen manche Botaniker sie als Abwehrstoffe gegen Tierfraß ansehen zu dürfen, andere halten sie für Schutzmittel gegen zu starke Verdunstung. Für beide Ansichten lassen sich jedoch zahlreiche Ausnahmen angeben, für die letztere fehlen exakte Beweise überhaupt.

Die *Ökologie* bildet den Gegenstand des 3. Abschnittes. Die Beziehungen der Flechten zu ihrer Unterlage bestehen zunächst darin, daß der pilzliche Bestandteil oft besondere Organe (Rhizinen) zur Festheftung des Lagers ausbildet. Bei manchen kalkbewohnenden Flechten vermögen die Hyphen bis zu 2 cm tief in das Gestein einzudringen; bei Rindenflechten wird im allgemeinen das lebende Gewebe des Wirtes nicht erreicht. Eine zweite Beziehung zur Unterlage besteht in der Aufschließung und Ausnutzung derselben. Sie kann entweder durch einzelne Hyphen oder Hyphenstränge oder aber durch den ganzen Thallus erfolgen, der der Unterlage dann völlig oder zum großen Teil eingelagert ist. Dabei kann bei den Gesteinsflechten eine teilweise Auflösung des Substrates stattfinden, die wohl ganz allgemein durch Säureabscheidung ermöglicht wird; nicht nur Kalk-, sondern auch Silikatgesteine (Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Granat usw.) werden angegriffen. Bei den Rindenbewohnern ist bisher sicher nur nachgewiesen, daß die Hyphen zwischen den Peridermzellen wachsen, ohne sie zu schädigen; selten nur finden mechanische Durchbohrungen der Zellwände statt. Die blattbesiedelnden Flechten hingegen dringen entweder mit ihren Hyphen durch die Epidermis hindurch bis weit in das Blattgewebe hinein, oder sie setzen sich unter Ablösung der Kutikula auf den Außenwänden der Epidermiszellen fest; in selteneren Fällen sind sie der Kutikula oberflächlich angeheftet, ohne daß sie das Innere des Blattes schädigen. Was die Standortsbedingungen anbetrifft, so kommen für ein gedeihliches Wachstum der Flechten in erster Linie günstige Belichtungsverhältnisse, in zweiter Linie erst die Feuchtigkeit in Frage.

Der 4. Abschnitt des TOBLERschen Buches bringt allgemeine Betrachtungen über die Symbiose. Das Verhältnis zwischen Pilz und Alge ist sehr verschieden aufgefaßt worden. Es allgemein als Parasitismus zu bezeichnen, ist zweifellos unrichtig. Wenn gelegentlich im Flechtenlager getötete Gonidien gefunden werden, so „muß gefragt oder rückwärts biologisch untersucht werden, warum die Alge unmittelbar dem Angriff des Pilzes zum Opfer fiel oder mittelbar in der Symbiose mit dem Pilz so geschwächt wurde, daß sie zugrunde ging." TOBLER wendet sich dann noch gegen die längst widerlegte, aber von ELFVING neuerdings wieder aufgenommene Behauptung, daß die Gonidien aus den Hyphen des Flechtenpilzes hervorgehen sollen. Betrachtungen über andere Symbiosen in Tier- und Pflanzenreich, über die Stellung der Flechten im System und über ihre Stammesgeschichte bilden den Schluß des inhaltreichen Werkes. Ein ausführliches, mit kurzen Inhaltsangaben versehenes Verzeichnis der einschlägigen Literatur wird allen Lichenologen von Nutzen sein. J. HILLMANN, Berlin-Pankow.

KLÄHN, HANS, **Das Problem der Rechtshändigkeit vom geologisch-paläontologischen Gesichtspunkt betrachtet.** Berlin: Gebr. Borntträger 1925. 86 S. 16 × 25 cm. Preis geh. 4,50 Goldmark.

„Ich persönlich glaube, daß eine Eigenschaft, welche bereits im Tertiär vorhanden war, schon seit Bestehen des Typus ‚Mensch' in der Anlage existiert hat, daß derselbe niemals Ambidexter war. Woher sie kommt? Das gehört in den großen allgemeinen Plan der Natur, und den verrät sie uns nicht, das ist eben ihr großes Geheimnis." „Der Eolithiker, vor allem der Diluvialmensch, war bereits Rechtser, der Affe ist es heute noch

nicht. Dazu kommt, daß der Mensch das biologische Experiment, welches die Natur mit ihm im Diluvium anstellte, vollkommen aushielt, der Menschenaffe aber verschwand beim Herannahen eines schlechteren Klimas von der Bildfläche. Er fühlte wohl, daß sein Intellekt und seine Ambidexie (sic!) ihm eine Umstellung wie beim Menschen nicht ermöglichten." — Dies zur Probe für Inhalt und Darstellung! Ich muß gestehen: Neues, das das Problem fördern würde, habe ich nicht finden können, und über das schon Bekannte wird nicht immer sachkundig, zum Teil irreführend berichtet. C. Elze, Rostock.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Über die Zahl der Dispersionselektronen, die einem stationären Zustande zugeordnet sind. (Vorläufige Mitteilung.)

Durch geeignete Umdeutung der Größen der klassischen Theorie in quantentheoretische und gewisser Differentialquotienten in Differenzenquotienten konnte Kramers[1]) durch Korrespondenzbetrachtungen eine Dispersionsformel ableiten, die für einen speziellen Fall bereits von Ladenburg[2]) aus Strahlungsbetrachtungen gewonnen war.

Die erwähnte Methode liefert auch einen Zusammenhang zwischen den Übergangswahrscheinlichkeiten, die einem stationären Zustand zugeordnet sind, der unabhängig ist von Bahngrößen und keine speziellen Modellvorstellungen voraussetzt. Für ein bedingtperiodisches System, das ein Elektron enthält und als nicht-entartet vorausgesetzt wird, bekommt man nämlich:

$$\Sigma f_a - \Sigma f_e = \text{Periodizitätsgrad}\,. \qquad (1)$$

f bedeutet das Produkt Übergangswahrscheinlichkeit × Abklingungszeit eines klassischen Oscillators der betreffenden Frequenz; der Index a bezieht sich auf alle Absorptionslinien, der Index e auf alle Emissionslinien, die von der betrachteten Bahn ausgehen. Geht man zu einem entarteten System über, so gehen in (1) noch die statistischen Gewichte ein. Bewährt sich der Satz in dieser Fassung, so könnte man ihn als eine Permanenzregel der Ü.-w. bezeichnen.

Gl. (1) gestattet beim linearen Oscillator die Ü.-w. exakt zu berechnen; denn indem man zum Grundzustand übergeht, erhält man eine Rekursionsformel für die f und damit für die Ü.-w. Derselbe Weg ist gangbar beim Rotator, wenn die Gewichte als bekannt vorausgesetzt werden.

In der Sprache der klassischen Theorie ausgedrückt, bedeutet f[3]), gegebenenfalls multipliziert mit dem Gewichtsverhältnis und einem Faktor, der eine räumliche Mittelung berücksichtigt, die Zahl der „Dispersionselektronen" pro Atom, die in den Formeln der Elektronentheorie als unbekannter Parameter erscheint. Und wie Herr Professor Reiche bemerkte, dürfte die Ganzzahligkeit der f-summen die Erklärung dafür geben, daß sich aus den Messungen der Röntgenstrahlstreuung an leichten Atomen die Zahl der „Dispersionselektronen" gleich der Zahl der wirklich im Atom vorhandenen Elektronen ergab.

Auf einige sich anschließende Fragen will ich an anderer Stelle zurückkommen.

Breslau, den 18. Juni 1925. W. Thomas.

Gesetzmäßigkeiten im Bogenspektrum des Wolframs[4]).

Die Spektren der Elemente 39 Y, 40 Zr, 41 Nb und 42 Mo der zweiten großen Periode zeigen, wie von Meggers[5]), Kiess[6]) und Catalán[7]) gezeigt wurde, hinsichtlich der vorkommenden Multiplizitäten und der Gruppierung der Terme eine große Ähnlichkeit mit den Spektren der entsprechenden Elemente 21 Sc, 22 Ti, 23 V und 24 Cr. Es entsteht nun die Aufgabe, auch die Elemente 57 La bis 74 W auf Gesetzmäßigkeiten zu untersuchen. Bei den in erster Linie in Betracht kommenden Spektren von 72 Hf, 73 Ta und 74 W ist von Interesse, wieweit das Einbauen der seltenen Erden die Analogie mit den Spektren der entsprechenden leichteren Elemente zerstört. Wenn überhaupt noch eine solche Ähnlichkeit besteht, so scheint wegen der relativen Einfachheit der Niveauschemata von Cr und Mo das Wolframspektrum zur Termordnung am geeignetsten.

Die Wellenlängen der Wolframlinien sind von Belke[8]) im kurz- und von Meggers und Kiess[9]) im langwelligen Gebiet gemessen worden. Beobachtungen über die Temperaturabhängigkeit der Intensitäten der Linien, wie sie A. S. King für die Elemente der ersten großen Periode ausgeführt hat, und die bekanntlich für die Erkennung des Grundterms von größter Wichtigkeit sind, liegen leider für W nicht vor. Einen, wenn auch unvollständigen Ersatz bieten die Angaben de Gramonts[10]) über die „raies ultimes" und Beobachtungen des Spektrums des Wolframfunkens unter Wasser durch Hulburt[11]). Von Nutzen waren ferner recht genaue ältere Messungen der Zeemaneffekte einiger Wolframlinien von Jack[12]).

Nach Gieseler[13]), Kiess[14]) und Catalán[15]) ist in Chrom und Molybdän der tiefste Term ein Septetts-Term, etwas höher liegen ein S- und ein D-Term des Quintettsystems. Es ist gelungen, in W die Terme s und D wiederzufinden, doch liegt bemerkenswerterweise der s-Term zwischen den Niveaus D_1 und D_2. *Der s-Term kann also nicht (wie in Cr und Mo) den Normalzustand des Wolframatoms darstellen.* Es sei indessen bemerkt, daß trotzdem der s-Term in seinen Kombi-

---

[1]) Nature **113**, 673. 1924.

[2]) Zeitschr. f. Physik **4**, 451. 1921.

[3]) Ladenburg, l. c.; s. a. Ladenburg und Reiche, Die Naturwissenschaften, Bohrheft 1923.

[4]) Published by permission of the Director of the Bureau of Standards of the U. S. Department of Commerce.

[5]) W. F. Meggers, Journ. Wash. Acad. **14**, 419. 1924 (Y).

[6]) C. C. Kiess, Sci. Pap. Bur. Stand. **19**, 113. 1923; C. C. Kiess und H. Knudsen-Kiess, Popular Astronomy **31**, 647. 1923 u. **33**, 255. 1925 (Zr).

[7]) M. A. Catalán, Annal. Soc. Esp. Fis. Quim. **21**, 213. 1923 (Mo).

[8]) M. Belke, Zeitschr. wiss. Photogr. **17**, 132. 1918.

[9]) C. C. Kiess und W. F. Meggers, Sci. Pap. Bur. Stand. **16**, Nr. 372.

[10]) A. de Gramont, C. R. **171**, 1106. 1920.

[11]) E. O. Hulburt, Phys. Rev. **24**, 129. 1924.

[12]) R. Jack, Diss. Göttingen 1908; Ann. d. Phys. **28**, 1032. 1909.

[13]) H. Gieseler, Zeitschr. f. Phys. **22**, 228. 1924.

[14]) l. c.

[15]) l. c.

nationen hinsichtlich Intensität und Neigung zur Selbstumkehr noch etwas vor den ihn umgebenden D-Niveaus bevorzugt zu sein scheint. Die folgende Tabelle zeigt in der üblichen Anordnung eine aus starken Linien bestehenden Kombination von s und D mit einem höheren P-Term (vgl. Tab. 1):

(Die bei der Kombination $s_2 - P_{23}$ beigefügte Zahl 374,23 bedeutet die Differenz $D_2 - s_2$). Wie man sieht, ist die Intervallregel, da die Δ D mit zunehmenden j abnehmen, nicht erfüllt; dies entspricht der allgemeinen Erfahrung, daß die Intervallregel beim Fortschreiten zu höheren Atomnummern immer mehr an Gültigkeit verliert, wie zuerst von KIESS[1]) gelegentlich eines Vergleichs der Spektren von Ti und Zr ausgesprochen wurde (vgl. auch die Reihe Sc^+, Y^+, La^+). Die großen Aufspaltungen, die ja bei einem Element so hoher Atomnummer zu erwarten sind, erschweren das Auffinden der Liniengruppen sehr. Außerdem wird dadurch ein Anwenden der Sommerfeldschen[2]) qualitativen Intensitätsregel unmöglich, da die einzelnen Linien eines Tripletts oder Multipletts so weit auseinanderliegen, daß Schwärzungsschätzungen wegen der von der Wellenlänge abhängigen Plattenempfindlichkeit zu falschen Werten der Intensitäten führen.

Tabelle 1.

j		D 4	D 3	D 2	D 1	D 0	$\frac{s}{3}$
	$\Delta\nu$	1389,30	1504,48	1655,25	1670,22		(374,23)
P_3	2224,51	(6) 5 006,169 19 969,81	(6) 4 680,539 21 359,11	(1) 4 372,539 22 863,60			(6) 4 302,123 23 237,83
P_2	2510,78		(6) 5 224,680 19 134,62	(6) 4 843,829 20 639,08	(6) 4 448,197 22 294,31		(4) 4 737,565 21 013,30
P_1				(7) 5 514,712 18 128,29	(8) 5 053,300 19 783,55	(6) 4 659,886 21 453,77	

Tabelle 2.

λ	beob. und ber. Aufspaltungen											g	
3867,936	(o	0,38	0,80	1,22)	0,36	0,76	1,17	1,57	2,02?	2,50?	—	1,96[2]	1,56[1]
	(o	0,40	0,80	1,20)	0,36	0,76	1,16	1,56	1,96	2,36	2,76		
4008,769	(o	0,29	0,58	0,87)	0,81	1,09	1,39	1,70	1,99	2,28	—	1,97[2]	1,68[4]
	(o	0,29	0,58	0,87)	0,81	1,10	1,39	1,68	1,97	2,26	2,55		
3707,929	(	0,73	1,44	2,12)	0,07	0,54	1,31	2,02	2,72	3,44		2,02[2]	1,31[3]
	(	0,71	1,42	2,13)	−0,11	+0,60	1,31	2,02	2,73	3,44			
4045,613	(o	0,77	1,54	)	–	1,24	2,02	2,80	3,56			2,02[2]	1,25[2]
	(o	0,77	1,54	)	0,48	1,25	2,02	2,79	3,56				

Die Untersuchung des Spektrums hat zu weiteren 63 höheren Niveaus geführt, die mit den D- und s-Termen kombinieren. Es ist nicht möglich, die einzelnen Niveaus auf eindeutige und willkürfreie Weise zu Termen zusammenzufassen, weil die Niveaus stets sehr kleine Abstände aufweisen und weil die erhaltenen Aufspaltungsfaktoren *nicht durch die Landésche g-Formel dargestellt* werden. Diese letztere Tatsache folgt mit Sicherheit aus den Zeemaneffekten von JACK[1]). Als Beispiel bringen wir die Aufspaltungswerte einiger Linien, die, wie die Klassifikation gezeigt hat, Kombinationen höherer Niveaus mit dem Septett-s-Term sind (vgl. Tab. 2).

Die erste Spalte enthält die Wellenlängen, in der zweiten sind die beobachteten und darunter die berechneten Aufspaltungen angegeben ($\Delta\nu_{norm}$ ist dabei gleich 1 gesetzt), in der dritten bzw. vierten Spalte finden sich die nach dem BACKschen Verfahren[3]) berechneten g-Werte des End- bzw. Anfangszustandes, wobei der obere Index die innere Quantenzahl des betreffenden Niveaus bedeutet. Wie man sich leicht überzeugt, sind die g-Werte der höheren Niveaus nicht in LANDÉS[4]) Tabelle enthalten. Andererseits ergeben sich für den Aufspaltungsfaktor des tieferen Terms Werte, die mit kleinen Abweichungen um 2.00 schwanken, was gerade der g-Wert für den Septett-s-Term ist. Daß die vier Linien in obiger Tabelle alle den s-Term zum Endzustand haben, hat, wie schon erwähnt, ja auch die Linienklassifikation gezeigt. Ähnlich bestätigt sich, daß die Quintett-D-Niveaus die g-Werte $\frac{3}{2}$ und $\frac{4}{3}$ haben. Wir kommen somit zu dem Resultat, daß ein Teil der Terme die üblichen Aufspaltungsfaktoren besitzen, daß aber auch andere g-Werte vorkommen, die sicherlich nicht der Landéschen Formel folgen. Ähnliche Verhältnisse finden sich nach GOUDSMIT[4]) im La^+-Spektrum. Ob die fraglichen Niveaus von „höherer Stufe" sind, läßt sich natürlich noch nicht entscheiden.

Ungefähr 200 Wolframlinien wurden als Kombinationen höherer Niveaus mit dem D- und s-Term erkannt, unter ihnen fast alle starken Linien des Spektrums. Ob das D_0-Niveau dem Normalzustand des Atoms entspricht, ist ohne Absorptionsmessungen nicht mit Bestimmtheit zu behaupten; zugunsten dieser Anschauung spricht jedoch, daß alle Linien, die nach BELKE im Bogen Selbstumkehr zeigen, sowie alle Absorptionslinien des Wasserfunkens sich als Kombinationen des D- und s-Terms erwiesen haben.

Eine ausführliche Darstellung mit Angabe aller klassifizierten Linien wird im Journ. of the Optical Society of America erscheinen.

Washington D. C., U. S. A., Bureau of Standards, den 13. April 1925. OTTO LAPORTE.

[1]) Vortrag bei der Tagung der American Astronomical Society in Washington am 1. Januar 1925.

[2]) A. SOMMERFELD, Atombau und Spektrallinien. 4. Aufl., S. 580.

[1]) l. c.

[2]) Vgl. z. B. E. BACK und A. LANDÉ, Zeemaneffekt und Multiplettstruktur § 33, S. 167.

[3]) Ebenda S. 42.

[4]) S. GOUDSMIT, Kon. Akad. Wetensch. Amst. 33, 774. 1924.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.